

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003年7月10日 (10.07.2003)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/056694 A1

(51) 国際特許分類: H02P 5/41

(21) 国際出願番号: PCT/JP02/10341

(22) 国際出願日: 2002年10月3日 (03.10.2002)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2001-393494
2001年12月26日 (26.12.2001) JP

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒471-8571 愛知県 豊田市 トヨタ町 1番地 Aichi (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 中村 誠 (NAKAMURA,Makoto) [JP/JP]; 〒471-8571 愛知県 豊田市 トヨタ町 1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 杉本 純和 (SHAMOTO,Sumikazu) [JP/JP]; 〒471-8571 愛

(74) 代理人: 深見 久郎, 外 (FUKAMI,Hisao et al.); 〒530-0054 大阪府 大阪市 北区 南森町 2丁目 1番 29号 三井住友銀行南森町ビル 深見特許事務所 Osaka (JP).

(81) 指定国(国内): JP, US.

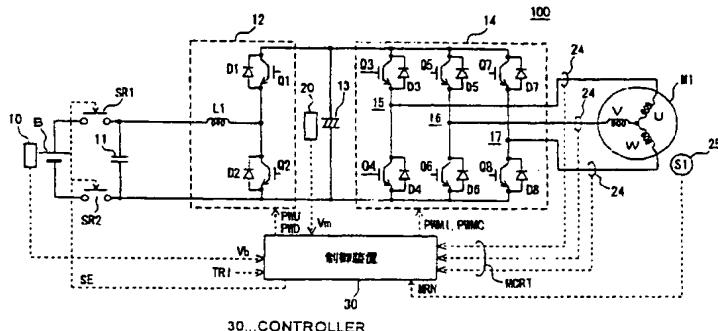
(84) 指定国(広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイドスノート」を参照。

(54) Title: ELECTRICAL LOAD APPARATUS, ELECTRICAL LOAD CONTROL METHOD, AND COMPUTER-READABLE RECORD MEDIUM WITH RECORDED PROGRAM FOR ENABLING COMPUTER TO CONTROL ELECTRICAL LOAD

(54) 発明の名称: 電気負荷装置、電気負荷制御方法および電気負荷の制御をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体



WO 03/056694 A1

(57) Abstract: An electrical load apparatus (100) comprises a DC power source (B), voltage sensors (10, 20), system relays (SR1, SR2), capacitors (11, 13), DC/DC converter (12), an inverter (14), a current sensor (24), rotation sensor (25), controller (30), and an AC motor (M1). The controller (30) limits an increment of power consumption in the AC motor (M1) to a range which enables the continuation to drive the electrical load apparatus (100) when the increment of power consumption in the AC motor (M1) exceeds an allowable power to be supplied from the capacitor (13) to the inverter (14).

[統葉有]



(57) 要約:

電気負荷装置（100）は、直流電源（B）と、電圧センサー（10, 20）と、システムリレー（SR1, SR2）と、コンデンサ（11, 13）と、DC／DCコンバータ（12）と、インバータ（14）と、電流センサー（24）と、回転センサー（25）と、制御装置（30）と、交流モータ（M1）とを備える。制御装置（30）は、交流モータ（M1）における消費パワーの増加量がコンデンサ（13）からインバータ（14）へ供給可能な許容パワーを超えたとき、交流モータ（M1）における消費パワーの増加量を電気負荷装置（100）の駆動を継続可能な範囲に制限する。

明細書

電気負荷装置、電気負荷制御方法および電気負荷の制御をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体

5

技術分野

この発明は、エネルギー的に破綻しない電気負荷装置、エネルギー的に破綻しない電気負荷制御方法およびエネルギー的に破綻しない電気負荷の制御をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体に関する。

10

背景技術

最近、環境に配慮した自動車としてハイブリッド自動車 (Hybrid Vehicle) および電気自動車 (Electric Vehicle) が大きな注目を集めている。そして、ハイブリッド自動車は、一部、実用化されている。

このハイブリッド自動車は、従来のエンジンに加え、直流電源とインバータとインバータによって駆動されるモータとを動力源とする自動車である。つまり、エンジンを駆動することにより動力源を得るとともに、直流電源からの直流電圧をインバータによって交流電圧に変換し、その変換した交流電圧によりモータを回転することによって動力源を得るものである。また、電気自動車は、直流電源とインバータとインバータによって駆動されるモータとを動力源とする自動車である。

20

このようなハイブリッド自動車または電気自動車においては、直流電源からの直流電圧をDC/DCコンバータによって昇圧し、その昇圧した直流電圧がモータを駆動するインバータに供給されるようにすることも検討されている（特開平8-214592号公報参照）。

25

すなわち、ハイブリッド自動車または電気自動車は、図19に示すモータ駆動装置を搭載している。図19を参照して、モータ駆動装置300は、直流電源Bと、システムリレーSR1, SR2と、コンデンサ308, 322と、双方向コ

ンバータ310と、電圧センサー320と、インバータ330とを備える。

直流電源Bは、直流電圧を出力する。システムリレーSR1, SR2は、制御装置（図示せず）によってオンされると、直流電源Bからの直流電圧をコンデンサ308に供給する。コンデンサ308は、直流電源BからシステムリレーSR1, SR2を介して供給された直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧を双方向コンバータ310へ供給する。

双方向コンバータ310は、リアクトル311と、NPNトランジスタ312, 313と、ダイオード314, 315とを含む。リアクトル311の一方端は直流電源Bの電源ラインに接続され、他方端はNPNトランジスタ312とNPNトランジスタ313との中間点、すなわち、NPNトランジスタ312のエミッタとNPNトランジスタ313のコレクタとの間に接続される。NPNトランジスタ312, 313は、電源ラインとアースラインとの間に直列に接続される。そして、NPNトランジスタ312のコレクタは電源ラインに接続され、NPNトランジスタ313のエミッタはアースラインに接続される。また、各NPNトランジスタ312, 313のコレクターエミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオード314, 315が接続されている。

双方向コンバータ310は、制御装置（図示せず）によってNPNトランジスタ312, 313がオン／オフされ、コンデンサ308から供給された直流電圧を昇圧して出力電圧をコンデンサ322に供給する。また、双方向コンバータ310は、モータ駆動装置300が搭載されたハイブリッド自動車または電気自動車の回生制動時、交流モータM1によって発電され、インバータ330によって変換された直流電圧を降圧してコンデンサ308へ供給する。

コンデンサ322は、双方向コンバータ310から供給された直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧をインバータ330へ供給する。電圧センサー320は、コンデンサ322の出力電圧Vmを検出する。

インバータ330は、コンデンサ322から直流電圧が供給されると制御装置（図示せず）からの制御に基づいて直流電圧を交流電圧に変換して交流モータM1を駆動する。これにより、交流モータM1は、トルク指令値によって指定されたトルクを発生するように駆動される。また、インバータ330は、交流モータ

M1が発電した交流電圧を制御装置からの制御に基づいて直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサ322を介して双方向コンバータ310へ供給する。

また、ハイブリッド自動車は、図20に示すモータ駆動装置400を搭載する。
5 図20を参照して、モータ駆動装置400は、モータ駆動装置300にインバータ340を追加したものであり、その他は、モータ駆動装置300と同じである。

インバータ340は、コンデンサ322からの直流電圧を制御装置（図示せず）からの制御に基づいて交流電圧に変換し、その変換した交流電圧によって交流モータM2を駆動する。これにより、交流モータM2は、トルク指令値によって10 指定されたトルクを発生するように駆動される。また、インバータ340は、交流モータM2が発電した交流電圧を制御装置からの制御に基づいて直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサ322を介して双方向コンバータ310へ供給する。

しかし、モータ駆動装置300、400において、図21Aおよび図21Bに15 示すように、時刻t0において、交流モータM1に持ち出されるパワーPが急激に増加すると、それに伴いコンデンサ322の蓄電電圧Vmが低下する。

このときのDC/DCコンバータ310の応答時定数をtfとすると、tfの間にパワーPが急激に持ち出されると、 $V_m < V_b$ （バッテリ電圧）となる。その結果、DC/DCコンバータ310のダイオード314を介して直流電源B側20 からDC/DCコンバータ310の出力側へ無制限に電流が流れ、どのようにデューティー比を選択しても、DC/DCコンバータ310は、直流電源Bからの直流電圧を昇圧できないという問題が生じる。

すなわち、DC/DCコンバータ310に内蔵されるリアクトル311の影響により、交流モータM1からのパワーが急変すると、DC/DCコンバータ310は、コンデンサ322からのエネルギーの持ち出しに応答できず、コンデンサ322の出力電圧Vmが低下する。これにより、低下したコンデンサ322の出力電圧Vmを回復させるために直流電源Bから過電流が発生し、その状態が継続することでチョッパの素子へのダメージが予想される。

また、コンデンサ322の出力電圧が低下することにより突入電流が大きくな

り、直流電源Bから大電流が持ち出されることにより、直流電源Bへのダメージが大きくなっていた。

さらに、モータ駆動装置400においては、次のような問題があった。交流モータM1がコンデンサ322に蓄積された電力を消費し、交流モータM2が発電している場合に、交流モータM1がコンデンサ322に蓄積された電力の消費を停止すると、インバータ340からコンデンサ322に戻される直流電力が急激に増加し、双方向コンバータ310に印加される電圧が急激に増加する。そうすると、双方向コンバータ310は、電圧の急激な増加に追従できず、過電圧が印加される。その結果、モータ駆動装置400が正しく動作できない可能性が生じるという問題があった。

発明の開示

それゆえに、この発明の目的は、電気負荷におけるパワーが変化しても、エネルギー的に破綻しない電気負荷装置を提供することである。

また、この発明の別の目的は、電気負荷におけるパワーが変化しても、エネルギー的に破綻しない電気負荷制御方法を提供することである。

さらに、この発明の別の目的は、電気負荷におけるパワーが変化しても、エネルギー的に破綻しない電気負荷の制御をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体を提供することである。

この発明によれば、電気負荷装置は、電圧変換器と、電気負荷と、制御回路とを備える。電圧変換器は、直流電源から出力される第1の直流電圧と、第1の直流電圧の電圧レベルと異なる電圧レベルを有する第2の直流電圧との間で電圧変換を行なう。電気負荷は、電圧変換器から出力された第2の直流電圧に基づいて駆動される。制御回路は、電気負荷におけるパワーの変化量が限界値を超えたとき、電気負荷の駆動動作を維持可能な範囲にパワーの変化量を制御する。そして、限界値は、電気負荷の駆動動作を維持可能なパワーの変化量の最大値である。

好ましくは、電気負荷におけるパワーは、電気負荷における消費パワーであり、制御回路は、消費パワーの増加量が電気負荷に供給可能な許容パワーを超えたとき、消費パワーの増加量が許容パワー以下になるように制御する。

好ましくは、制御回路は、消費パワーを制限する。

好ましくは、制御回路は、第2の直流電圧の電圧指令値を低下して電圧変換器を制御する。

好ましくは、電圧変換器は、上アームおよび下アーム用の第1および第2のスイッチング素子と、第1および第2のスイッチング素子にそれぞれ設けられる第1および第2のフライホイルダイオードとを含む。
5

好ましくは、制御回路は、許容パワーを増加させ、消費パワーが許容パワー以下になるように制御する。

好ましくは、制御回路は、第2の直流電圧の電圧指令値を上昇して電圧変換器を制御する。
10

好ましくは、電気負荷は、車両の駆動輪を駆動するためのトルクを発生するモータと、制御回路からの制御に従って第2の直流電圧を交流電圧に変換してモータを駆動するインバータとを含む。

好ましくは、電気負荷装置は、電圧変換器と電気負荷との間に設けられ、直流電力を蓄積する容量素子をさらに備える。そして、電気負荷は、車両の駆動輪を駆動するためのトルクを発生する第1のモータと、制御回路からの制御に従って容量素子から供給された第2の直流電圧を交流電圧に変換して第1のモータを駆動する第1のインバータと、車両のエンジンからの動力により発電する第2のモータと、第1のインバータと並列に接続され、制御回路からの制御に従って第20
20のモータが発電した交流電力を直流電力に変換して容量素子に供給する第2のインバータとを含む。

好ましくは、電気負荷装置は、電気負荷に並列に接続された発電機をさらに備える。そして、制御回路は、発電電力が上昇するように発電機を制御する。

好ましくは、電気負荷は、車両の駆動輪を駆動するためのトルクを発生するモータと、制御回路からの制御に従って第2の直流電圧を交流電圧に変換してモータを駆動するインバータとを含む。そして、発電機は、車両のエンジンからの動力により発電する。
25

好ましくは、電気負荷におけるパワーは、電気負荷（における発電パワーであり、制御回路は、電気負荷から電圧変換器へ供給される発電パワーの増加量が電

圧変換器の応答最大値を超えたとき、発電パワーの増加量が応答最大値以下になるように制御する。

好ましくは、制御回路は、第2の直流電圧の電圧レベルが低下するように電圧変換器を制御する。

5 好ましくは、電圧変換器は、上アームおよび下アーム用の第1および第2のスイッチング素子を含み、制御回路は、第1のスイッチング素子のオン時間を長くして電圧変換器を駆動する。

10 好ましくは、電気負荷におけるパワーは、電気負荷における消費パワーおよび電気負荷における発電パワーである。制御回路は、消費パワーの増加量が電気負荷に供給可能な許容パワーを超えたとき、消費パワーの増加量が許容パワー以下になるように制御する。また、制御回路は、電気負荷から電圧変換器へ供給される発電パワーの増加量が電圧変換器の応答最大値を超えたとき、発電パワーの増加量が応答最大値以下になるように制御する。

15 また、この発明によれば、電気負荷制御方法は、電気負荷におけるパワーの変化量を検出する第1のステップと、検出されたパワーの変化量が、限界値を超えるか否かを判定する第2のステップと、パワーの変化量が限界値を超えたとき、電気負荷の駆動動作を維持可能な範囲にパワーの変化量を制御する第3のステップとを含む。そして、限界値は、電気負荷の駆動動作を維持可能なパワーの変化量の最大値である。

20 さらに、この発明によれば、コンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体は、電気負荷におけるパワーの変化量を検出する第1のステップと、検出されたパワーの変化量が限界値を超えるか否かを判定する第2のステップと、パワーの変化量が限界値を超えたとき、電気負荷の駆動動作を維持可能な範囲にパワーの変化量を制御する第3のステップとをコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体である。そして、限界値は、電気負荷の駆動動作を維持可能なパワーの変化量の最大値である。

好ましくは、第1のステップは、電気負荷における消費パワーの増加量を検出する。また、第2のステップは、消費パワーの増加量が電気負荷に供給可能な許

容パワーを超えるか否かを判定する。さらに、第3のステップは、消費パワーの増加量が許容パワーを超えたとき、消費パワーの変化量を許容パワー以下に制御する。

好ましくは、第3のステップは、消費パワーを制限する。

5 好ましくは、第3のステップは、直流電源から出力される第1の直流電圧を変換した第2の直流電圧の電圧レベルが上昇するように、第1の直流電圧を第2の直流電圧に変換する電圧変換器を制御する。

好ましくは、第3のステップは、電気負荷に並列に接続された発電機の発電電力が上昇するように発電機を制御する。

10 好ましくは、第1のステップは、電気負荷からの第1の直流電圧を前記第1の直流電圧の電圧レベルと異なる電圧レベルを有する第2の直流電圧に変換する電圧変換器へ供給される電気負荷における発電パワーの増加量を検出する。また、第2のステップは、検出された発電パワーの増加量が電圧変換器の応答最大値を超えるか否かを判定する。さらに、第3のステップは、発電パワーの増加量が電圧変換器の応答最大値を超えたとき、発電パワーの増加量が応答最大値以下になるように電圧変換器を制御する。

好ましくは、第3のステップは、第1の直流電圧の電圧レベルが低下するように電圧変換器を制御する。

20 好ましくは、第1のステップは、電気負荷における消費パワーの増加量を検出する第1のサブステップと、電気負荷からの第1の直流電圧を第1の直流電圧の電圧レベルと異なる電圧レベルを有する第2の直流電圧に変換する電圧変換器へ供給される電気負荷における発電パワーの増加量を検出する第2のサブステップとを含む。また、第2のステップは、消費パワーの増加量が電気負荷に供給可能な許容パワーを超えるか否かを判定する第3のサブステップと、検出された発電パワーの増加量が電圧変換器の応答最大値を超えるか否かを判定する第4のサブステップとを含む。さらに、第3のステップは、消費パワーの増加量が許容パワーを超えたとき、消費パワーの変化量を許容パワー以下に制御する第5のサブステップと、発電パワーの増加量が電圧変換器の応答最大値を超えたとき、発電パワーの増加量が応答最大値以下になるように電圧変換器を制御する第6のステップ。

プとを含む。

図面の簡単な説明

図 1 は、実施の形態 1 による電気負荷装置の回路図およびブロック図である。
5 図 2 は、図 1 に示す制御装置のブロック図である。
図 3 は、図 2 に示すモータトルク制御手段のブロック図である。
図 4 は、実施の形態 1 による消費パワーの増加量を制御する動作を説明するためのフローチャートである。
10 図 5 A、図 5 B および図 5 C は、電気負荷における消費パワーが急激に変化した場合の電圧およびパワーの状態を示す図である。
図 6 は、実施の形態 2 による電気負荷装置の回路図およびブロック図である。
図 7 は、図 6 に示す制御装置のブロック図である。
図 8 は、図 7 に示すモータトルク制御手段のブロック図である。
15 図 9 は、実施の形態 2 による消費パワーの増加量を制御する動作を説明するためのフローチャートである。
図 10 は、実施の形態 3 による電気負荷装置の回路図およびブロック図である。
図 11 は、図 10 に示す制御装置のブロック図である。
図 12 は、図 11 に示すモータトルク制御手段のブロック図である。
図 13 は、実施の形態 3 による消費パワーの増加量を制御する動作を説明する20 ためのフローチャートである。
図 14 は、実施の形態 4 による電気負荷装置の回路図およびブロック図である。
図 15 は、図 14 に示す制御装置のブロック図である。
図 16 は、図 15 に示すモータトルク制御手段のブロック図である。
図 17 は、実施の形態 4 による消費パワーの増加量を制御する動作を説明する25 ためのフローチャートである。
図 18 は、実施の形態 5 による電気負荷装置の回路図およびブロック図である。
図 19 は、従来のモータ駆動装置の回路図およびブロック図である。
図 20 は、従来のモータ駆動装置の別の回路図およびブロック図である。
図 21 A および図 21 B は、電気負荷における消費パワーが急激に変化した場

合の電圧の状態を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中
5 同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

〔実施の形態1〕

図1を参照して、この発明の実施の形態1による電気負荷装置100は、直流
電源Bと、電圧センサー10, 20と、システムリレーSR1, SR2と、コン
デンサ11, 13と、DC/DCコンバータ12と、インバータ14と、電流セ
10 ンサー24と、回転センサー25と、制御装置30と、交流モータM1とを備え
る。

交流モータM1は、たとえば、ハイブリッド自動車または電気自動車に搭載さ
れる。そして、交流モータM1は、ハイブリッド自動車または電気自動車の駆動
輪を駆動するためのトルクを発生するための駆動モータである。あるいは、この
15 モータはエンジンにて駆動される発電機の機能を持つように、そして、エンジン
に対して電動機として動作し、たとえば、エンジン始動を行ない得るようなもの
としてハイブリッド自動車に組み込まれるようにしてもよい。

DC/DCコンバータ12は、リアクトルL1と、NPNトランジスタQ1,
Q2と、ダイオードD1, D2とを含む。リアクトルL1の一方端は直流電源B
20 の電源ラインに接続され、他方端はNPNトランジスタQ1とNPNトランジ
スタQ2との中間点、すなわち、NPNトランジスタQ1のエミッタとNPNトラン
ジスタQ2のコレクタとの間に接続される。NPNトランジスタQ1, Q2は、
電源ラインとアースラインとの間に直列に接続される。そして、NPNトランジ
スタQ1のコレクタは電源ラインに接続され、NPNトランジスタQ2のエミッ
25 タはアースラインに接続される。また、各NPNトランジスタQ1, Q2のコレ
クターエミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオードD1,
D2が接続されている。

インバータ14は、U相アーム15と、V相アーム16と、W相アーム17と
から成る。U相アーム15、V相アーム16、およびW相アーム17は、電源ラ

インとアースラインとの間に並列に設けられる。

U相アーム15は、直列接続されたNPNトランジスタQ3, Q4から成り、V相アーム16は、直列接続されたNPNトランジスタQ5, Q6から成り、W相アーム17は、直列接続されたNPNトランジスタQ7, Q8から成る。また、各NPNトランジスタQ3～Q8のコレクターエミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオードD3～D8がそれぞれ接続されている。

各相アームの中間点は、交流モータM1の各相コイルの各相端に接続されている。すなわち、交流モータM1は、3相の永久磁石モータであり、U, V, W相の3つのコイルの一端が中点に共通接続されて構成され、U相コイルの他端がNPNトランジスタQ3, Q4の中間点に、V相コイルの他端がNPNトランジスタQ5, Q6の中間点に、W相コイルの他端がNPNトランジスタQ7, Q8の中間点にそれぞれ接続されている。

直流電源Bは、ニッケル水素またはリチウムイオン等の二次電池から成る。電圧センサー10は、直流電源Bから出力される直流電圧Vb（「バッテリ電圧Vb」とも言う。）を検出し、その検出した直流電圧Vbを制御装置30へ出力する。システムリレーSR1, SR2は、制御装置30からの信号SEによりオン／オフされる。より具体的には、システムリレーSR1, SR2は、H（論理ハイ）レベルの信号SEによりオンされ、L（論理ロー）レベルの信号SEによりオフされる。

コンデンサ11は、直流電源Bから供給された直流電圧Vbを平滑化し、その平滑化した直流電圧VbをDC/DCコンバータ12へ供給する。

DC/DCコンバータ12は、コンデンサ11から供給された直流電圧Vbを昇圧してコンデンサ13へ供給する。より具体的には、DC/DCコンバータ12は、制御装置30から信号PWUを受けると、信号PWUによってNPNトランジスタQ2がオンされた期間に応じて直流電圧Vbを昇圧してコンデンサ13に供給する。

また、DC/DCコンバータ12は、制御装置30から信号PWDを受けると、コンデンサ13を介してインバータ14から供給された直流電圧を降圧して直流電源Bを充電する。ただし、DC/DCコンバータ12は、昇圧機能のみを行な

うような回路構成に適用されてもよいことは言うまでもない。

コンデンサ13は、DC/DCコンバータ12からの直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧をインバータ14へ供給する。電圧センサー20は、コンデンサ13の両端の電圧、すなわち、DC/DCコンバータ12の出力電圧Vm⁵（インバータ14への入力電圧に相当する。以下同じ。）を検出し、その検出した出力電圧Vmを制御装置30へ出力する。

インバータ14は、コンデンサ13から直流電圧が供給されると制御装置30からの信号PWM1に基づいて直流電圧を交流電圧に変換して交流モータM1を駆動する。これにより、交流モータM1は、トルク指令値によって指定されたトルクを発生するように駆動される。また、インバータ14は、電気負荷装置10¹⁰が搭載されたハイブリッド自動車または電気自動車の回生制動時、交流モータM1が発電した交流電圧を制御装置30からの信号PWMCに基づいて直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサ13を介してDC/DCコンバータ12へ供給する。なお、ここで言う回生制動とは、ハイブリッド自動車または¹⁵電気自動車を運転するドライバーによるフットブレーキ操作があった場合の回生発電を伴う制動や、フットブレーキを操作しないものの、走行中にアクセルペダルをオフすることで回生発電をさせながら車両を減速（または加速の中止）させることを含む。

電流センサー24は、交流モータM1に流れるモータ電流MCTRを検出し、²⁰その検出したモータ電流MCTRを制御装置30へ出力する。図1においては、電流センサー24は、交流モータM1のU相、V相およびW相の全てに設けられているが、この発明においては、これに限らず、電流センサー24は、U相、V相およびW相のうちの少なくとも2つに設けられればよい。

回転センサー25は、交流モータM1のモータ回転数MRNを検出し、その検²⁵出したモータ回転数MRNを制御装置30へ出力する。

制御装置30は、外部に設けられたECU (Electrical Control Unit) から入力されたトルク指令値TRI、電圧センサー10からの直流電圧Vb、電圧センサー20からの出力電圧Vm、電流センサー24からのモータ電流MCTRおよび回転センサー25からのモータ回転数MRNに基づいて、後述する方法により

DC/DCコンバータ12を駆動するための信号PWUとインバータ14を駆動するための信号PWMIとを生成し、その生成した信号PWUおよび信号PWMIをそれぞれDC/DCコンバータ12およびインバータ14へ出力する。

信号PWUは、DC/DCコンバータ12がコンデンサ11からの直流電圧V_bを出力電圧V_mに変換する場合にDC/DCコンバータ12を駆動するための信号である。そして、制御装置30は、DC/DCコンバータ12が直流電圧V_bを出力電圧V_mに変換する場合に、出力電圧V_mをフィードバック制御し、出力電圧V_mが指令された電圧指令V_{dcclm}になるようにDC/DCコンバータ12を駆動するための信号PWUを生成する。信号PWUの生成方法については後述する。

また、制御装置30は、ハイブリッド自動車または電気自動車が回生制動モードに入ったことを示す信号を外部のECUから受けると、交流モータM1で発電された交流電圧を直流電圧に変換するための信号PWMCを生成してインバータ14へ出力する。この場合、インバータ14のNPNトランジスタQ3～Q8は信号PWMCによってスイッチング制御される。これにより、インバータ14は、交流モータM1で発電された交流電圧を直流電圧に変換してDC/DCコンバータ12へ供給する。

さらに、制御装置30は、ハイブリッド自動車または電気自動車が回生制動モードに入ったことを示す信号を外部のECUから受けると、インバータ14から供給された直流電圧を降圧するための信号PWDを生成し、その生成した信号PWDをDC/DCコンバータ12へ出力する。これにより、交流モータM1が発電した交流電圧は、直流電圧に変換され、降圧されて直流電源Bに供給される。

さらに、制御装置30は、電圧センサー10からの直流電圧V_b、電圧センサー20からの出力電圧V_m、電流センサー24からのモータ電流MCTRおよび回転センサー25からのモータ回転数MRNに基づいて、交流モータM1の消費パワーの増加量が交流モータM1を駆動するためにコンデンサ13からインバータ14に供給可能な許容パワーを超えるか否かを判定する。そして、制御装置30は、消費パワーの増加量が許容パワーを超えるとき、後述する方法によって、交流モータM1における消費パワーの増加量を抑制するようにDC/DCコンバ

タ12を制御する。また、制御装置30は、消費パワーの増加量が許容パワーを超えないとき、DC/DCコンバータ12の制御をそのまま継続する。

さらに、制御装置30は、システムリレーSR1, SR2をオン/オフするための信号SEを生成してシステムリレーSR1, SR2へ出力する。

5 図2は、制御装置30の機能ブロック図である。図2を参照して、制御装置30は、モータトルク制御手段301と、電圧変換制御手段302とを含む。モータトルク制御手段301は、トルク指令値TRI（車両におけるアクセルペダルの踏み込み度合い、ハイブリッド車両においてはエンジンの動作状態をも考慮しながらモータに与えるべきトルク指令を演算して得られている）、直流電源Bから出力された直流電圧Vb、モータ電流MCTR、モータ回転数MRNおよびDC/DCコンバータ12の出力電圧Vmに基づいて、交流モータM1の駆動時、後述する方法によりDC/DCコンバータ12のNPNトランジスタQ1, Q2をオン/オフするための信号PWUと、インバータ14のNPNトランジスタQ3～Q8をオン/オフするための信号PWMIとを生成し、その生成した信号PWUおよび信号PWMIをそれぞれDC/DCコンバータ12およびインバータ14へ出力する。

20 また、モータトルク制御手段301は、モータ電流MCTRに基づいて交流モータM1におけるトルクを所定のタイミングごとに演算する。交流モータM1におけるトルクは、交流モータM1の各相に流れるモータ電流MCTRに比例するので、モータトルク制御手段301は、予め保持した比例定数を電流センサー24から受けたモータ電流MCTRに乗算することにより交流モータM1におけるトルクを演算する。そして、モータトルク制御手段301は、演算した各タイミングにおけるトルクと各タイミングごとに回転センサー25から入力されるモータ回転数MRNとを用いて、前回のタイミングから今回のタイミングまでの期間における交流モータM1の消費パワーの増加量を演算する。また、モータトルク制御手段301は、直流電圧Vbおよび出力電圧Vmに基づいて、コンデンサ13からインバータ14に供給可能な許容パワーを演算する。

25 そうすると、モータトルク制御手段301は、演算した消費パワーの増加量が演算した許容パワーを超えるか否かを判定し、消費パワーの増加量が許容パワー

5 を超えるとき、交流モータM1の消費パワーの増加量を抑制するようにDC/DCコンバータ12を制御する。より具体的には、モータトルク制御手段301は、交流モータM1の消費パワーの増加量を抑制するようにDC/DCコンバータ12を駆動するための信号PWUc（信号PWUの一種）を生成し、その生成した信号PWUcをDC/DCコンバータ12へ出力する。なお、モータトルク制御手段301は、消費パワーの増加量が許容パワーを超えないとき、DC/DCコンバータ12の制御をそのまま継続する。

10 電圧変換制御手段302は、回生制動時、ハイブリッド自動車または電気自動車が回生制動モードに入ったことを示す信号RGエーを外部のECUから受けると、交流モータM1が発電した交流電圧を直流電圧に変換するための信号PWMcを生成してインバータ14へ出力する。

15 また、電圧変換制御手段302は、回生制動時、信号RGエーを外部のECUから受けると、インバータ14から供給された直流電圧を降圧するための信号PWDを生成してDC/DCコンバータ12へ出力する。このように、DC/DCコンバータ12は、直流電圧を降圧するための信号PWDにより直流電圧を降下させることもできるので、双方向コンバータの機能を有するものである。

20 図3は、モータトルク制御手段301の機能ブロック図である。図3を参照して、モータトルク制御手段301は、制御部32と、演算部34と、メモリ36と、モータ制御用相電圧演算部40と、インバータ用PWM信号変換部42と、インバータ入力電圧指令演算部50と、フィードバック電圧指令演算部52と、デューティー比変換部54とを含む。

25 制御部32は、外部のECUからトルク指令値TRIが入力されたとき、その入力されたトルク指令値TRIをモータ制御用相電圧演算部40およびインバータ入力電圧指令演算部50へ出力する。

また、制御部32は、各タイミングごとに入力された直流電圧Vb、出力電圧Vm、モータ回転数MRNおよびモータ電流MCTRをメモリ36へ記憶する。そして、制御部32は、DC/DCコンバータ12を制御する各タイミングにおいて、直流電圧Vb、出力電圧Vm、モータ回転数MRNおよびモータ電流MCTRに基づいて、コンデンサ13からインバータ14へ供給可能な許容パワーの

限界値W、コンデンサ13からインバータ14へ供給可能な許容パワーW0、各タイミングにおける交流モータM1のトルクTm(n)、各タイミングにおける交流モータM1の回転角速度ωm(n)、各タイミングにおける交流モータM1の消費パワーの変化率P'および隣接する2つのタイミング間における交流モータM1の消費パワーの変化量Ps mを演算し、その演算結果をメモリ36に記憶するように演算部34を制御する。

さらに、制御部32は、タイミングtにおいて、許容パワーW0および消費パワーの増加量Ps mを演算部36から受け、消費パワーの増加量Ps mが許容パワーW0を超えるか否かを判定する。そして、制御部32は、消費パワーの増加量Ps mが許容パワーW0を超えたとき、交流モータM1における消費パワーの増加量を抑制するためのタイミングtにおけるトルク指令を演算するように演算部34を制御し、演算部34から受けたトルク指令をインバータ入力電圧指令演算部50へ出力する。なお、制御部32は、消費パワーの増加量Ps mが許容パワーW0を超えないとき、タイミングtにおけるトルクTm(n)をメモリ36から読み出し、その読み出したトルクTm(n)をタイミングtにおけるトルク指令としてインバータ入力電圧指令演算部50へ出力する。

演算部34は、制御部32からの制御に従って、各タイミングごとにメモリ36からモータ電流MCTRおよびモータ回転数MRNを読み出し、その読み出したモータ電流MCTRおよびモータ回転数MRNを用いてそれぞれトルクTm(n)および回転角速度ωm(n)を演算する。

また、演算部34は、制御部32からの制御に応じて、直流電圧Vb、出力電圧Vm、モータ回転数MRNおよびモータ電流MCTRをメモリ36から読み出す。そして、演算部34は、次式によってコンデンサ13からインバータ14へ供給可能な許容パワーの限界値Wを演算する。

$$25 \quad W = \frac{1}{2} CVm^2 - \frac{1}{2} CVb^2 \quad \cdots (1)$$

ここで、Cは、コンデンサ13の静電容量を示す。図1に示すDC/DCコンバータ12の回路は、Vm > Vbの関係が成立する間だけ直流電圧Vbを出力電圧Vmに昇圧できる。したがって、直流電圧Vb、出力電圧Vmおよび許容パワー

の限界値Wの間には、式(1)に示す関係が成立する。

また、演算部34は、メモリ36から読出したモータ電流MCR Tに基づいて各指令時における交流モータM1のトルクTm(n)を演算し、メモリ36から読出したモータ回転数MRNに基づいて各指令時における回転角速度ωm(n)を演算する。そして、演算部34は、その演算したトルクTm(n)および回転角速度ωm(n)をメモリ36に記憶する。

さらに、演算部34は、前回の指令時t-1において、交流モータM1のモータ電流MCR Tから演算したトルクTm(n-1)およびモータ回転数MRNから演算した回転角速度ωm(n-1)をメモリ36から読出し、前回の指令時t-1から今回の指令時tまでの間△tにおけるトルクの変化量△Tおよび回転角速度の変化量△ωmを演算する。そして、演算部34は、演算したトルクの変化量△Tおよび回転角速度の変化量△ωmを用いて、前回の指令時t-1から今回の指令時tまでの間△tにおける交流モータM1の消費パワーの増加率P'を次式によって演算する。

$$P' = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{1}{\Delta t} (\Delta T \cdot \omega_m + \Delta \omega_m \cdot T) \quad \dots (2)$$

ここで、Tは、今回指令時のトルクを表わし、ωmは、今回指令時の回転角速度を表わす。

演算部34は、より具体的には、交流モータM1における消費パワーの増加率P'を次式を用いて演算する。

$$\Delta P = (T_m(n) - T_m(n-1)) \cdot \omega_m(n) + (\omega_m(n) - \omega_m(n-1)) \cdot T_m(n) \quad \dots (3)$$

式(3)において、Tm(n)は、今回指令時tにおいてモータ電流MCR Tに基づいて演算されたトルクを表わし、ωm(n)は、今回指令時tにおいてモータ回転数MRNに基づいて演算された回転角速度を表わす。なお、演算部34は、リアクトルL1に流れるリアクトル電流およびバッテリ電圧Vbを用いて消費パワーの増加率P'を演算してもよい。

さらに、演算部34は、消費パワーの増加量Ps mを次式によって演算する。

$$Ps m = P' \cdot t f \quad \dots (4)$$

式(4)は、時刻 t における交流モータM1の消費パワーの増加率 P' がDC/DCコンバータ12の制御応答時定数 t_f の間だけ維持された場合の消費パワーが消費パワーの増加量 P_{sm} に等しいことを示す。

さらに、演算部34は、制御部32からの制御によって許容パワーの限界値 W に係数 G ($0 < G < 1$) を乗算して許容パワー W_0 を演算する。

さらに、演算部34は、消費パワーの増加量 P_{sm} が許容パワー W_0 を超えたとき、制御部32からの制御に従って今回指令時 t におけるトルク指令 $T'm(n)$ を次式によって演算する。

$$T'm(n) = T'm(n-1) + \frac{P_0}{\omega_m} \cdot K \quad \dots (5)$$

ここで、 $T'm(n-1)$ は、前回の指令時におけるトルク指令を表わす。また、 $P_0 = W_0 / t_f$ であり、 K は、所定値の係数である。

メモリ36は、各タイミングごとの直流電圧 V_b 、出力電圧 V_m 、モータ回転数 MRN 、モータ電流 $MCTR$ 、モータ電流 $MCTR$ に基づいて演算されたトルク $T_m(n)$ 、回転角速度 $\omega_m(n)$ 、トルク指令 $T'm(n)$ 、係数 G 、 K および制御応答時定数 t_f を記憶する。

モータ制御用相電圧演算部40は、DC/DCコンバータ12(すなわち、コンデンサ13)の出力電圧 V_m を電圧センサー20から受け、交流モータM1の各相に流れるモータ電流 $MCTR$ を電流センサー24から受け、トルク指令値 TR を制御部32から受ける。そして、モータ制御用相電圧演算部40は、これらの入力される信号に基づいて、交流モータM1の各相のコイルに印加する電圧を計算し、その計算した結果をインバータ用PWM信号変換部42へ供給する。

インバータ用PWM信号変換部42は、モータ制御用相電圧演算部40から受けた計算結果に基づいて、実際にインバータ14の各NPNトランジスタ $Q_3 \sim Q_8$ をオン/オフする信号 PWM_I を生成し、その生成した信号 PWM_I をインバータ14の各NPNトランジスタ $Q_3 \sim Q_8$ へ出力する。

これにより、各NPNトランジスタ $Q_3 \sim Q_8$ は、スイッチング制御され、交流モータM1が指令されたトルクを出すように交流モータM1の各相に流す電流を制御する。このようにして、モータ駆動電流が制御され、トルク指令値 TR に

応じたモータトルクが出力される。

一方、インバータ入力電圧指令演算部 50 は、トルク指令値 T_R およびモータ回転数 M_{R_N} に基づいてインバータ入力電圧の最適値（目標値）、すなわち、電圧指令 V_{dc_com} を演算し、その演算した電圧指令 V_{dc_com} をフィードバック電圧指令演算部 52 へ出力する。
5

フィードバック電圧指令演算部 52 は、電圧センサー 20 からの DC/DC コンバータ 12 の出力電圧 V_m と、インバータ入力電圧指令演算部 50 からの電圧指令 V_{dc_com} に基づいて、フィードバック電圧指令 $V_{dc_com_fb}$ を演算し、その演算したフィードバック電圧指令 $V_{dc_com_fb}$ をデューティー比変換部 54 へ出力する。
10

デューティー比変換部 54 は、電圧センサー 10 からのバッテリ電圧 V_b と、フィードバック電圧指令演算部 52 からのフィードバック電圧指令 $V_{dc_com_fb}$ に基づいて、電圧センサー 20 からの出力電圧 V_m を、フィードバック電圧指令演算部 52 からのフィードバック電圧指令 $V_{dc_com_fb}$ に設定するためのデューティー比を演算し、その演算したデューティー比に基づいて DC/DC コンバータ 12 の NPN トランジスタ Q_1, Q_2 をオン/オフするための信号 PWU を生成する。そして、デューティー比変換部 54 は、生成した信号 PWU を DC/DC コンバータ 12 の NPN トランジスタ Q_1, Q_2 へ出力する。
15

なお、DC/DC コンバータ 12 の下側の NPN トランジスタ Q_2 のオンデューティーを大きくすることによりリアクトル L_1 における電力蓄積が大きくなるため、より高電圧の出力を得ることができる。一方、上側の NPN トランジスタ Q_1 のオンデューティーを大きくすることにより電源ラインの電圧が下がる。そこで、NPN トランジスタ Q_1, Q_2 のデューティー比を制御することで、電源ラインの電圧を直流電源 B の出力電圧以上の任意の電圧に制御可能である。
20

25 図 4 を参照して、電気負荷としてのインバータ 14 および交流モータ M_1 における消費パワーに基づいて、電気負荷装置 100 の駆動を維持する動作について説明する。一連の動作が開始されると、演算部 34 は、上記の式 (1) および係数 G を用いて許容パワー W_0 を演算する（ステップ S10）。そして、演算部 34 は、上記の式 (2)（より具体的には式 (3)）を用いて、前回指令時 $t-1$

から今回指令時 t までの間 Δt における交流モータ M1 の消費パワーの増加率 P' を演算する (ステップ S20)。その後、演算部 34 は、DC/DC コンバータ 12 の制御応答時定数 t_f およびステップ S20 において演算した消費パワーの増加率 P' を用いて式 (4) により消費パワーの増加量 P_{sm} を演算する。

5 そうすると、制御部 32 は、許容パワー W_0 および消費パワーの増加量 P_{sm} を演算部 34 から受け、消費パワーの増加量 P_{sm} ($= P' \times t_f$) が許容パワー W_0 を超えるか否かを判定する (ステップ S30)。

10 直流電源 B から出力される直流電圧 V_b 、コンデンサ 13 の出力電圧 V_m およびコンデンサ 13 からインバータ 14 へ供給可能な許容パワーの限界値 W の間には、式 (1) に示す関係が成立する。そして、 $V_m > V_b$ の関係を常時成立させ、かつ、エネルギーの破綻を発生させないようにするために、DC/DC コンバータ 12 の制御応答時定数 t_f の間にコンデンサ 13 からインバータ 14 へ持ち出されるパワーは、少なくとも限界値 W よりも小さくなければならない。

15 そこで、エネルギーの破綻を発生させないようにするために、許容パワーの限界値 W に係数 G ($0 < G < 1$) を乗算した許容パワー W_0 を演算し、交流モータ M1 の消費パワーの増加量 P_{sm} ($= P' \times t_f$) が許容パワー W_0 よりも大きいか否かを判定することとしたものである。

20 ステップ S30 において、消費パワーの増加量 P_{sm} が許容パワー W_0 よりも大きないと判定されたとき、制御部 32 は、電気負荷としてのインバータ 14 および交流モータ M1 における消費パワーの制限は必要ないものと判定し、今回指令時にモータ電流 MCR_T に基づいて演算したトルク T_m (n) をトルク指令値 T_R としてインバータ入力電圧指令演算部 50 へ出力する。

25 そうすると、インバータ入力電圧指令演算部 50 は、トルク指令値 T_R ($= T_m$ (n)) およびモータ回転数 M_R_N に基づいて電圧指令 V_{dccom} を演算してフィードバック電圧指令演算部 52 へ出力し、フィードバック電圧指令演算部 52 は、電圧指令 V_{dccom} および DC/DC コンバータ 12 の出力電圧 V_m に基づいて、フィードバック電圧指令 V_{dccom_fb} を演算してデューティー比変換部 54 へ出力する。そして、デューティー比変換部 54 は、フィードバック電圧指令 V_{dccom_fb} 、出力電圧 V_m および直流電圧 V_b に基づ

いて、出力電圧 V_m を、フィードバック電圧指令演算部 5 2 からのフィードバック電圧指令 $V_{d c c o m_f b}$ に設定するためのデューティー比を演算し、その演算したデューティー比に基づいて DC/DC コンバータ 1 2 の NPN トランジスタ Q 1, Q 2 をオン/オフするための信号 PWU を生成する。そして、デューティー比変換部 5 4 は、生成した信号 PWU を DC/DC コンバータ 1 2 の NPN トランジスタ Q 1, Q 2 へ出力する。これにより、交流モータ M 1 が今回指令時のトルク $T_m (n)$ を出力する制御がそのまま実行される（ステップ S 4 0）。

一方、ステップ S 3 0において、消費パワーの増加量 $P_{s m} (= P' \times t_f)$ が許容パワー W_0 を超えると判定されたとき、制御部 3 2 は、電気負荷としてのインバータ 1 4 および交流モータ M 1 における消費パワーを制限する必要があるものと判定し、トルク指令 $T' m (n)$ を演算するように演算部 3 4 を制御する。そして、演算部 3 4 は、式（5）によってトルク指令 $T' m (n)$ を演算して制御部 3 2 へ出力し、制御部 3 2 は、トルク指令 $T' m (n)$ をインバータ入力電圧指令演算部 5 0 へ出力する。

そうすると、インバータ入力電圧指令演算部 5 0 は、トルク指令値 $T_R (= T' m (n))$ およびモータ回転数 $M_R N$ に基づいて電圧指令 $V_{d c c o m c}$ を演算してフィードバック電圧指令演算部 5 2 へ出力し、フィードバック電圧指令演算部 5 2 は、電圧指令 $V_{d c c o m c}$ および DC/DC コンバータ 1 2 の出力電圧 V_m に基づいて、フィードバック電圧指令 $V_{d c c o m_f b_c}$ を演算してデューティー比変換部 5 4 へ出力する。そして、デューティー比変換部 5 4 は、フィードバック電圧指令 $V_{d c c o m_f b_c}$ 、出力電圧 V_m および直流電圧 V_b に基づいて、出力電圧 V_m を、フィードバック電圧指令演算部 5 2 からのフィードバック電圧指令 $V_{d c c o m_f b_c}$ に設定するためのデューティー比を演算し、その演算したデューティー比に基づいて DC/DC コンバータ 1 2 の NPN トランジスタ Q 1, Q 2 をオン/オフするための信号 PWU_c を生成する。そして、デューティー比変換部 5 4 は、生成した信号 PWU_c を DC/DC コンバータ 1 2 の NPN トランジスタ Q 1, Q 2 へ出力する。これにより、交流モータ M 1 の消費パワー（トルク）が制限される（ステップ S 5 0）。

交流モータ M 1 の消費パワーの制限処理は、より具体的には、各場合に応じた

係数Kを設定することにより次のように行なわれる。

式(2)の右辺の第1項 $\Delta T \cdot \omega_m >$ 第2項 $\Delta \omega_m \cdot T$ のとき、係数Kは、 $0 < K < 1$ となるように設定され、消費パワーの増加量 P_{sm} が許容パワー W_0 を超えないように、今回指令時におけるトルク指令の増加量が制限される。

5 また、式(2)の右辺の第1項 $\Delta T \cdot \omega_m <$ 第2項 $\Delta \omega_m \cdot T$ のとき、係数Kは、 $-1 < K < 1$ となるように設定され、 $\Delta \omega_m$ が小さくなるようにトルクの減少方向への制御も許可される。この場合、係数Kは、 $-1 < K < 0$ となるように設定され、トルクを減少方向にしか許可しない制御が実行されてもよい。このようにすることにより、 $\Delta \omega_m$ による影響が大きい場合、回転数の急激な変化を抑制するだけでなく、回生動作により低下した電圧を復帰させることもできる。

10 式(5)は、前回のトルク指令 $T'_{m(n-1)}$ に $(P_0 / \omega_m) \times K$ を加算したものが、今回のトルク指令 $T'_{m(n)}$ であることを示す。そして、前回のトルク指令 $T'_{m(n-1)}$ に加算する $(P_0 / \omega_m) \times K$ は、コンデンサ13からインバータ14に供給可能な許容パワー W_0 に、1未満の値を有する係数Kを乗算して得られる。

15 したがって、今回指令時に増加されるトルクは、コンデンサ13からインバータ14へ供給可能な許容パワー W_0 によって実現可能である。つまり、この発明においては、交流モータM1の消費パワーの増加量 P_{sm} がコンデンサ13からインバータ14へ供給可能な許容パワー W_0 を超えるとき、交流モータM1のトルク(消費パワー)の増加分が許容パワー W_0 によって実現可能な範囲に制限される。

20 なお、ステップS50における消費パワー(トルク)を制限する処理は、電気負荷としてのインバータ14および交流モータM1における消費パワーの増加量を、電気負荷(すなわち、インバータ14および交流モータM1)の駆動動作を維持可能な範囲に制御することに相当する。

25 そして、ステップS40またはステップS50の後、一連の動作が終了する。

図5A、図5Bおよび図5Cは、電気負荷(すなわち、インバータ14および交流モータM1)における消費パワーが急激に変化した場合における電圧および消費パワーの状態を示す図である。図5A、図5Bおよび図5Cを参照して、時

刻 t_0 において、交流モータM1の消費パワーPが急減に変化するが、この急激な変化が制御装置30によって検知されると、消費パワーPに制限がかけられ、結果的にコンデンサ13の出力電圧Vmは、バッテリ電圧Vbを下回ることなく推移する。なお、時刻 t_0 以降において電気負荷における消費パワーの急激な変化が解消された状態では、消費パワーPに対する制限は解除されている。

このように、交流モータM1の回転数が急激に変化した場合、消費パワーに制限をかけることによってDC/DCコンバータ12の出力電圧Vmの低下および過電流を防止できる。

また、DC/DCコンバータ12の回路を過電流に耐えられるように設計する必要がなくなるので、DC/DCコンバータ12の容量（許容電流）を小さくすることができる。

さらに、コンデンサ13をインバータ14および交流モータM1における消費パワーの急激な変化に耐え得るようにしなくとも済むので、コンデンサ13の容量を小さくできる。その結果、低コスト化を図ることができる。

再び、図1を参照して、電気負荷装置100における動作について説明する。制御装置30は、外部のECUからトルク指令値TRIが入力されると、システムリレーSR1, SR2をオンするためのHレベルの信号SEを生成してシステムリレーSR1, SR2へ出力するとともに、交流モータM1がトルク指令値TRIを発生するようにDC/DCコンバータ12およびインバータ14を制御するための信号PWUおよび信号PWMIを生成してそれぞれDC/DCコンバータ12およびインバータ14へ出力する。

そして、直流電源Bは直流電圧Vbを出力し、システムリレーSR1, SR2は直流電圧Vbをコンデンサ11へ供給する。コンデンサ11は、供給された直流電圧Vbを平滑化し、その平滑化した直流電圧VbをDC/DCコンバータ12へ供給する。

そうすると、DC/DCコンバータ12のNPNトランジスタQ1, Q2は、制御装置30からの信号PWUに応じてオン/オフされ、直流電圧Vbを出力電圧Vmに変換してコンデンサ13に供給する。電圧センサー20は、コンデンサ13の出力電圧Vmを検出し、その検出した出力電圧Vmを制御装置30へ出力

する。

コンデンサ13は、DC/DCコンバータ12から供給された直流電圧を平滑化してインバータ14へ供給する。インバータ14のNPNトランジスタQ3～Q8は、制御装置30からの信号PWM1に従ってオン／オフされ、インバータ14は、直流電圧を交流電圧に変換し、トルク指令値TR1によって指定されたトルクを交流モータM1が発生するように交流モータM1のU相、V相、W相の各相に所定の交流電流を流す。これにより、交流モータM1は、トルク指令値TR1によって指定されたトルクを発生する。

そして、制御装置30は、所定の間隔を有する各タイミングごとに、直流電源10Bからの直流電圧Vb、コンデンサ13の出力電圧Vm、交流モータM1のモータ回転数MRNおよび交流モータM1のモータ電流MCTRを受け、その受けた直流電圧Vb、出力電圧Vm、モータ回転数MRNおよびモータ電流MCTRに基づいて、電気負荷における消費パワーが急激に増加しても電気負荷の駆動動作を維持するように制御する。

すなわち、制御装置30は、直流電圧Vb、出力電圧Vm、モータ回転数MRNおよびモータ電流MCTRに基づいて、コンデンサ13からインバータ14へ供給可能な許容パワーW0、交流モータM1における消費パワーの増加率P'および交流モータM1における消費パワーの増加量Ps mを演算する。そして、制御装置30は、消費パワーの増加量Ps mが許容パワーW0を超えるか否かを判定し、消費パワーの増加量Ps mが許容パワーW0を超えないとき、今回指令時におけるトルク指令をそのまま実現するようにDC/DCコンバータ12を制御する。

一方、制御装置30は、消費パワーの増加量Ps mが許容パワーW0を超えるとき、電気負荷としてのインバータ14および交流モータM1における消費パワー（トルク）を制限するようにDC/DCコンバータ12を制御する。これにより、電気負荷（すなわち、インバータ14および交流モータM1）の駆動動作が停止される程度に電気負荷における消費パワーが増加しても、電気負荷の駆動動作を維持可能な範囲に消費パワーの増加量が制御される。

電気負荷装置100が搭載されたハイブリッド自動車または電気自動車が回生

制動モードになった場合、制御装置30は、回生制動モードになったことを示す信号を外部のECUから受け、信号PWM Cおよび信号PWDを生成してそれぞれインバータ14およびDC/DCコンバータ12へ出力する。

5 交流モータM1は、交流電圧を発電し、その発電した交流電圧をインバータ14へ供給する。そして、インバータ14は、制御装置30からの信号PWM Cに従って、交流電圧を直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサ13を介してDC/DCコンバータ12へ供給する。

DC/DCコンバータ12は、制御装置30からの信号PWDに従って直流電圧を降圧して直流電源Bに供給し、直流電源Bを充電する。

10 なお、この発明においては、インバータ14および交流モータM1は、「電気負荷」を構成する。

また、この発明による電気負荷制御方法は、図4に示すフローチャートに従って電圧変換器（すなわち、DC/DCコンバータ12）の駆動を維持する範囲に電気負荷における消費パワーの増加量を制御する電気負荷制御方法である。

15 さらに、許容パワーW0は、電気負荷（インバータ14および交流モータM1）の駆動動作を維持可能な電気負荷におけるパワーの変化量の最大値である「限界値」に相当する。

さらに、ダイオードD1, D2は、「フライホイルダイオード」を構成する。

さらに、制御部32、演算部34、インバータ入力電圧指令演算部50、フィードバック電圧指令演算部52およびデューティー比変換部54における消費パワーの増加量の制御は、実際にはCPU (Central Processing Unit) によって行なわれ、CPUは、図4に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムをROM (Read Only Memory) から読み出し、その読み出したプログラムを実行して図4に示すフローチャートに従って電気負荷の駆動動作を維持する範囲に電気負荷における消費パワーの増加量を制御する。したがって、ROMは、図4に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムを記録したコンピュータ (CPU) 読取り可能な記録媒体に相当する。

さらに、電気負荷における消費パワーの急激な増加を検出する方法は、上述した方法に限らず、DC/DCコンバータ12の出力電圧Vmの変化をモニターす

るようにしててもよく、また、電気自動車のアクセルペダルの踏み込み度合いの時間変化をモニターする（ただし、アクセルペダルの踏み込み度合いが消費パワーに略比例するような場合において）ようにしてもよい。

実施の形態 1 によれば、電気負荷装置は、直流電源からの直流電圧を出力電圧に昇圧する DC/DC コンバータと、DC/DC コンバータの出力電圧によって交流モータを駆動するインバータと、電気負荷としてのインバータおよび交流モータにおける消費パワーの増加量が電気負荷に供給可能な許容パワーを超えるとき、DC/DC コンバータの駆動を維持するように電気負荷における消費パワーの増加量を制限する制御装置とを備えるので、電気負荷の駆動動作が停止する程度に消費パワーが変化しても、電気負荷の駆動を安定して継続できる。

[実施の形態 2]

図 6 を参照して、実施の形態 2 による電気負荷装置 100A は、電気負荷装置 100 の制御装置 30 を制御装置 30A に代えたものであり、その他は、電気負荷装置 100 と同じである。制御装置 30A は、交流モータ M1 における消費パワー P_{sm} が許容パワー $W0$ を超えたとき、電圧指令値を高くして DC/DC コンバータ 12 を制御する。その以外の制御装置 30A の機能は、制御装置 30 の機能と同じである。

図 7 を参照して、制御装置 30A は、制御装置 30 のモータトルク制御手段 301 をモータトルク制御手段 301A に代えたものであり、その他は、制御装置 30 と同じである。

モータトルク制御手段 301A は、交流モータ M1 の消費パワーの増加量 P_{sm} が許容パワー $W0$ を超えるとき、DC/DC コンバータ 12 の駆動を維持するように消費パワーの増加量 P_{sm} を制御する方法がモータトルク制御手段 301 と相違するだけであり、その他は、モータトルク制御手段 301 と同じである。モータトルク制御手段 301A は、交流モータ M1 の消費パワーの増加量 P_{sm} が許容パワー $W0$ を超えるとき、出力電圧 V_m の電圧指令 V_{dccom} を上昇させることにより DC/DC コンバータ 12 の駆動を維持する。

図 8 を参照して、モータトルク制御手段 301A は、モータトルク制御手段 301 の制御部 32、演算部 34 およびフィードバック電圧指令演算部 52 を、そ

それぞれ、制御部32A、演算部34Aおよびフィードバック電圧指令演算部52Aに代えたものであり、その他は、モータトルク制御手段301と同じである。

制御部32Aは、制御部32の機能に加え、次の機能を備える。制御部32Aは、交流モータM1の消費パワーの増加量Psmが許容パワーW0を超えると判定したとき、今回指令時にフィードバック電圧指令演算部52Aに出力すべき電圧指令Vdcom_upを演算するように演算部34Aを制御する。そして、制御部32Aは、演算部34Aにより演算された電圧指令Vdcom_upをフィードバック電圧指令演算部52Aへ出力する。

また、制御部32Aは、消費パワーの増加量Psmが許容パワーW0を超えないと判定したとき、今回指令時にモータ電流MCTRに基づいて演算したトルクTm(n)を実現するための電圧指令Vdcom_nを演算するように演算部34Aを制御する。

演算部34Aは、演算部34の機能に加え、次の機能を備える。演算部34Aは、制御部32Aからの制御に従って今回指令時における電圧指令Vdcom_upまたは電圧指令Vdcom_nを演算する。

演算部34Aは、メモリ36から直流電圧Vbおよび消費パワーの増加量Psm(=P'·tf)を読み出し、次式により今回指令時における電圧指令Vdcom_upを演算する。

$$\frac{1}{2}C(Vdcom_{up})^2 - \frac{1}{2}CVb^2 > P' \cdot tf \quad \dots (6)$$

式(6)は、DC/DCコンバータ12の出力電圧Vmを電圧指令Vdcom_upに上昇させた場合にコンデンサ13からインバータ14に供給可能なパワーが消費パワーの増加量Psm(=P'·tf)よりも大きいことを意味する。したがって、DC/DCコンバータ12の出力電圧Vmを電圧指令Vdcom_upまで上昇させることにより、交流モータM1における消費パワーがPsmだけ増加しても電気負荷装置100Aの駆動を維持できる。

また、演算部34Aは、今回指令時におけるトルクTm(n)およびモータ回転数MRNをメモリ36から読み出して電圧指令Vdcom_nを演算する。

そして、演算部34Aは、演算した電圧指令Vdcom_upまたはVdc

$c o m_n$ を制御部32Aへ出力する。

フィードバック電圧指令演算部52Aは、インバータ入力電圧指令演算部50から電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m}$ を受けると、その受けた電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m}$ と電圧センサー20からのDC/DCコンバータ12の出力電圧 V_m とに基づいて、
5 フィードバック電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_f\,b}$ を演算し、その演算したフィードバック電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_f\,b}$ をデューティー比変換部54へ出力する。

また、フィードバック電圧指令演算部52Aは、制御部32Aから電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_u\,p}$ を受けると、その受けた電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_u\,p}$ と電圧センサー20からの出力電圧 V_m とに基づいて、フィードバック電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_f\,b_u\,p}$ を演算し、その演算したフィードバック電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_f\,b_u\,p}$ をデューティー比変換部54へ出力する。
10

さらに、フィードバック電圧指令演算部52Aは、制御部32Aから電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_n}$ を受けると、その受けた電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_n}$ と電圧センサー20からの出力電圧 V_m とに基づいて、フィードバック電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_f\,b_n}$ を演算し、その演算したフィードバック電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_f\,b_n}$ をデューティー比変換部54へ出力する。
15

図9を参照して、電気負荷としてのインバータ14および交流モータM1における消費パワーに基づいて、電気負荷装置100Aの駆動を維持する動作について説明する。図9に示すフローチャートは、図4に示すフローチャートのステップS50をステップS50Aに代えたものであり、その他は、図4に示すフローチャートと同じである。
20

制御部32Aは、ステップS30において消費パワーの増加量 $P_{s\,m}$ が許容パワー W_0 を超えると判定したとき、今回指令時における電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_u\,p}$ を演算するように演算部34Aを制御する。そして、演算部34Aは、直流電圧 V_b および消費パワーの増加量 $P_{s\,m}$ ($= P' \cdot t_f$) をメモリ36から読み出し、その読み出した直流電圧 V_b および消費パワーの増加量 $P_{s\,m}$ ($= P' \cdot t_f$) を用いて式(6)により電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_u\,p}$ を演算する。
25

演算部34Aは、演算した電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_u\,p}$ を制御部32Aへ出力し、制御部32Aは、演算部34Aから受けた電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_u\,p}$ を今

回指令時の電圧指令としてフィードバック電圧指令演算部 52A へ出力する。

そうすると、フィードバック電圧指令演算部 52A は、制御部 32A からの電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_u\,p}$ と電圧センサー 20 からの出力電圧 V_m に基づいてフィードバック電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_f\,b_u\,p}$ を演算し、その演算した 5 フィードバック電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_f\,b_u\,p}$ をデューティー比変換部 54 へ出力する。デューティー比変換部 54 は、電圧センサー 10 からのバッテリ電圧 V_b と、フィードバック電圧指令演算部 52A からのフィードバック電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_f\,b_u\,p}$ に基づいて、電圧センサー 20 からの出力電圧 V_m を、フィードバック電圧指令演算部 52A からのフィードバック電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_f\,b_u\,p}$ に設定するためのデューティー比を演算し、その演算した 10 デューティー比に基づいて DC/DC コンバータ 12 の NPN トランジスタ Q_1 , Q_2 をオン/オフするための信号 $PWU_u\,p$ (信号 PWU の一種) を生成する。そして、デューティー比変換部 54 は、生成した信号 $PWU_u\,p$ を DC/DC コンバータ 12 の NPN トランジスタ Q_1 , Q_2 へ出力する。

15 DC/DC コンバータ 12 は、信号 $PWU_u\,p$ に基づいて、出力電圧 V_m が電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_f\,b_u\,p}$ になるように直流電圧 V_b を出力電圧 V_m に変換し、コンデンサ 13 は、式 (6) の左辺で示されるパワー (エネルギー) を蓄積する。これにより、電圧指令値の上昇処理が終了する (ステップ S 50A)。

一方、制御部 32A は、ステップ S 30 において、消費パワーの増加量 $P_{s\,m}$ 20 が許容パワー W_0 を超えないと判定したとき、電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_n}$ を演算するように演算部 34A を制御し、演算部 34A は、トルク $T_m(n)$ およびモータ回転数 MRN をメモリ 36 から読出して電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_n}$ を演算し、その演算した電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_n}$ を制御部 32A へ出力する。

25 そうすると、制御部 32A は、演算部 34A から受けた電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_n}$ を今回指令時の電圧指令としてフィードバック電圧指令演算部 52A へ出力する。そして、フィードバック電圧指令演算部 52A は、制御部 32A からの電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_n}$ と電圧センサー 20 からの出力電圧 V_m に基づいてフィードバック電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_f\,b_n}$ を演算し、その演算したフィードバック電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_f\,b_n}$ をデューティー比変換部 54 へ出力す

る。

デューティー比変換部 54 は、電圧センサー 10 からのバッテリ電圧 V_b と、
フィードバック電圧指令演算部 52A からのフィードバック電圧指令 $V_{d_{ccom_fb_n}}$ に基づいて、電圧センサー 20 からの出力電圧 V_m を、フィード
5 バック電圧指令演算部 52A からのフィードバック電圧指令 $V_{d_{ccom_fb_n}}$ に設定するためのデューティー比を演算し、その演算したデューティー比に基づいて DC/DC コンバータ 12 の NPN トランジスタ Q1, Q2 をオン/オフするための信号 PWU を生成する。そして、デューティー比変換部 54 は、生成した信号 PWU を DC/DC コンバータ 12 の NPN トランジスタ Q1, Q2
10 へ出力する。

DC/DC コンバータ 12 は、信号 PWU に基づいて、出力電圧 V_m が電圧指令 $V_{d_{ccom_fb_n}}$ になるように直流電圧 V_b を出力電圧 V_m に変換する。これにより、トルク指令をそのまま実行する処理が終了する (ステップ S40)。

そして、ステップ S40 またはステップ S50A の後、一連の動作が終了する。
15 上述したように、交流モータ M1 における消費パワーの増加量 P_{sm} が許容パワー W_0 を超えたとき、出力電圧 V_m の目標値である電圧指令を電圧指令 $V_{d_{ccom}}$ から電圧指令 $V_{d_{ccom_up}}$ まで上昇させ、コンデンサ 13 からインバータ 14 へ供給可能なパワーを消費パワーの増加量 P_{sm} よりも大きくする。つまり、消費パワーの増加量 P_{sm} が許容パワー W_0 を超えたとき、消費パワー
20 の増加量 P_{sm} よりも大きいパワーをコンデンサ 13 に蓄積する。

これにより、交流モータ M1 における消費パワーが P_{sm} だけ増加しても電気負荷装置 100A の駆動を維持できる。

なお、コンデンサ 13 に蓄積されるパワーを交流モータ M1 における消費パワーの増加量 P_{sm} よりも大きくなるように制御することは、交流モータ M1 における消費パワーの増加量 P_{sm} を電気負荷装置 100A の駆動を維持可能な範囲に制御することに相当する。

また、この発明による電気負荷制御方法は、図 9 に示すフローチャートに従って電圧変換器 (すなわち、DC/DC コンバータ 12) の駆動を維持する範囲に電気負荷における消費パワーの増加量を制御する電気負荷制御方法である。

さらに、制御部32A、演算部34A、フィードバック電圧指令演算部52Aおよびデューティー比変換部54における消費パワーの増加量の制御は、実際にはCPUによって行なわれ、CPUは、図9に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムをROMから読み出し、その読み出したプログラムを実行して図9に示すフローチャートに従って電気負荷の駆動動作を維持する範囲に電気負荷における消費パワーの増加量を制御する。したがって、ROMは、図9に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムを記録したコンピュータ(CPU)読み取り可能な記録媒体に相当する。

その他は、実施の形態1と同じである。

実施の形態2によれば、電気負荷装置は、直流電源からの直流電圧を出力電圧に昇圧するDC/DCコンバータと、DC/DCコンバータの出力電圧によって交流モータを駆動するインバータと、電気負荷としてのインバータおよび交流モータにおける消費パワーの増加量が電気負荷に供給可能な許容パワーを超えるとき、電圧指令値を高くしてDC/DCコンバータを制御する制御装置とを備えるので、電気負荷の駆動動作が停止する程度に消費パワーが変化しても、電気負荷の駆動を安定して継続できる。

[実施の形態3]

図10を参照して、実施の形態3による電気負荷装置100Bは、電気負荷装置100の制御装置30を制御装置30Bに代え、電流センサー28、回転センサー29、インバータ31および交流モータM2を追加したものであり、その他は、電気負荷装置100と同じである。

コンデンサ13は、DC/DCコンバータ12からの出力電圧VmをノードN1、N2を介して受け、その受けた出力電圧Vmを平滑化してインバータ14のみならずインバータ31にも供給する。また、インバータ14は、制御装置30Bからの信号PWM11に基づいてコンデンサ13からの直流電圧を交流電圧に変換して交流モータM1を駆動し、信号PWMC1に基づいて交流モータM1が発電した交流電圧を直流電圧に変換する。

インバータ31は、インバータ14と同じ構成から成る。そして、インバータ31は、制御装置30Bからの信号PWM12に基づいて、コンデンサ13から

の直流電圧を交流電圧に変換して交流モータM2を駆動し、信号PWM C2に基づいて交流モータM2が発電した交流電圧を直流電圧に変換する。電流センサー28は、交流モータM2の各相に流れるモータ電流M C R T 2を検出して制御装置30Bへ出力する。

5 電流センサー24は、モータ電流M C R T 1を検出して制御装置30Bへ出力する。電流センサー28は、モータ電流M C R T 2を検出して制御装置30Bへ出力する。回転センサー25は、モータ回転数M R N 1を検出して制御装置30Bへ出力する。回転センサー29は、モータ回転数M R N 2を検出して制御装置30Bへ出力する。交流モータM2は、制御装置30Bからの信号R U Pに応じて発電電力を増加する。

10 制御装置30Bは、直流電源Bから出力された直流電圧Vbを電圧センサー10から受け、モータ電流M C R T 1, M C R T 2をそれぞれ電流センサー24, 28から受け、DC/DCコンバータ12の出力電圧Vm（すなわち、インバータ14, 31への入力電圧）を電圧センサー20から受け、トルク指令値T R I 1, T R I 2を外部E C Uから受け、モータ回転数M R N 1, M R N 2をそれぞれ回転センサー25, 29から受ける。そして、制御装置30Bは、直流電圧Vb、出力電圧Vm、モータ電流M C R T 1、トルク指令値T R I 1およびモータ回転数M R N 1に基づいて、上述した方法によりインバータ14が交流モータM1を駆動するときにインバータ14のN P NトランジスタQ3～Q8をスイッチング制御するための信号P W M I 1を生成し、その生成した信号P W M I 1をインバータ14へ出力する。

15 また、制御装置30Bは、直流電圧Vb、出力電圧Vm、モータ電流M C R T 2、トルク指令値T R I 2およびモータ回転数M R N 2に基づいて、上述した方法によりインバータ31が交流モータM2を駆動するときにインバータ31のN P NトランジスタQ3～Q8をスイッチング制御するための信号P W M I 2を生成し、その生成した信号P W M I 2をインバータ31へ出力する。

20 さらに、制御装置30Bは、インバータ14（または31）が交流モータM1（またはM2）を駆動するとき、直流電圧Vb、出力電圧Vm、モータ電流M C R T 1（またはM C R T 2）、トルク指令値T R I 1（またはT R I 2）および

モータ回転数MRN1（またはMRN2）に基づいて、上述した方法によりDC/DCコンバータ12のNPNトランジスタQ1, Q2をスイッチング制御するための信号PWUを生成してDC/DCコンバータ12へ出力する。

さらに、制御装置30Bは、回生制動時に交流モータM1が発電した交流電圧を直流電圧に変換するための信号PWMC1、または交流モータM2が発電した交流電圧を直流電圧に変換するための信号PWMC2を生成し、その生成した信号PWMC1または信号PWMC2をそれぞれインバータ14またはインバータ31へ出力する。この場合、制御装置30Bは、インバータ14または31からの直流電圧を降圧して直流電源Bを充電するようにDC/DCコンバータ12を制御する信号PWDを生成してDC/DCコンバータ12へ出力する。

さらに、制御装置30Bは、交流モータM1における消費パワーが増加した場合に電気負荷装置100Bの駆動を維持する制御を行なう。なお、以下においては、説明を解り易くするために、交流モータM1における消費パワーの増加量Ps mが許容パワーW0を超えている場合に電気負荷装置100Bの駆動を維持する制御について説明する。

より具体的には、制御装置30Bは、電圧センサー10からの直流電圧Vb、電圧センサー20からの出力電圧Vm、電流センサー24からのモータ電流MCR T1および回転センサー25からのモータ回転数MRN1に基づいて、交流モータM1の消費パワーの増加量Ps mおよび許容パワーW0を上述した方法により演算する。そして、制御装置30Bは、消費パワーの増加量Ps mが許容パワーW0を超えるとき、後述する方法によってコンデンサ13からインバータ14へ供給可能なパワーを増加させるように交流モータM2およびインバータ31を制御する。また、制御装置30Bは、消費パワーの増加量が許容パワーを超えないとき、それまでの制御をそのまま継続する。

さらに、制御装置30Bは、システムリレーSR1, SR2をオン/オフするための信号SEを生成してシステムリレーSR1, SR2へ出力する。

図11を参照して、制御装置30Bは、モータトルク制御手段301Bおよび電圧変換制御手段302Aを含む。モータトルク制御手段301Bは、モータ電流MCR T1, 2、トルク指令値TRI 1, 2、モータ回転数MRN1, 2、直

流電圧 V_b および出力電圧 V_m に基づいて信号 PWM I 1, 2 を生成し、その生成した信号 PWM I 1, 2 を、それぞれ、インバータ 1 4, 3 1 へ出力する。

また、モータトルク制御手段 3 0 1 B は、直流電圧 V_b 、出力電圧 V_m 、モータ電流 M C R T 1 (または M C R T 2)、トルク指令値 T R I 1 (または T R I 2) およびモータ回転数 M R N 1 (または M R N 2) に基づいて、信号 P W U を生成し、その生成した信号 P W U を D C / D C コンバータ 1 2 へ出力する。

さらに、モータトルク制御手段 3 0 1 B は、交流モータ M 1 における消費パワーの増加量 P_{sm} および許容パワー W_0 を上述した方法により演算する。そして、モータトルク制御手段 3 0 1 B は、消費パワー P_{sm} が許容パワー W_0 を超えるとき、交流モータ M 2 における消費パワーを減少させるための信号 PWM I 2 c (信号 PWM I 2 の一種) を生成してインバータ 3 1 へ出力する。また、モータトルク制御手段 3 0 1 B は、消費パワー P_{sm} が許容パワー W_0 を超えるとき、交流モータ M 2 における発電電力を増加するための信号 R U P と、信号 P W M C 2 の生成を指示する信号 P B C とを生成し、信号 R U P を交流モータ M 2 へ出力し、信号 P B C を電圧変換制御手段 3 0 2 A へ出力する。なお、モータトルク制御手段 3 0 1 B は、消費パワー P_{sm} が許容パワー W_0 を超えないとき、それまでの制御を継続する。

電圧変換制御手段 3 0 2 A は、電気負荷装置 1 0 0 B が搭載されたハイブリッド自動車または電気自動車が回生制動モードに入ったことを示す信号 R G E を外部 E C U から受けると、信号 P W M C 1, 2 および信号 P W D を生成し、その生成した信号 P W M C 1, 2 をそれぞれインバータ 1 4, 3 1 へ出力し、信号 P W D を D C / D C コンバータ 1 2 へ出力する。

また、電圧変換制御手段 3 0 2 A は、モータトルク制御手段 3 0 1 B からの信号 P B C に応じて信号 P W M C 2 を生成してインバータ 3 1 へ出力する。

図 1 2 を参照して、モータトルク制御手段 3 0 1 B は、モータトルク制御手段 3 0 1 の制御部 3 2 および演算部 3 4 をそれぞれ制御部 3 2 B および演算部 3 4 B に代えたものであり、その他は、モータトルク制御手段 3 0 1 と同じである。

モータトルク制御手段 3 0 1 B は、2つのトルク指令値 T R I 1, 2、2つのモータ電流 M C R T 1, 2 および2つのモータ回転数 M R N 1, 2 に基づいて、

信号 PWM I 1, 2 および信号 PWU を生成し、その生成した信号 PWM I 1, 2 および信号 PWU に基づいてそれぞれインバータ 14, 31 および DC/DC コンバータ 12 を制御する。

制御部 32B は、外部 ECU からのトルク指令値 TR I 1, 2、電圧センサー 10 からの直流電圧 Vb、電圧センサー 20 からの出力電圧 Vm、回転センサー 25 からのモータ回転数 MRN 1 および回転センサー 29 からのモータ回転数 MRN 2 を受ける。そして、制御部 32B は、トルク指令値 TR I 1, 2 をそのままモータ制御用相電圧演算部 40 およびインバータ入力電圧指令演算部 50 へ出力する。また、制御部 32B は、直流電圧 Vb、出力電圧 Vm およびモータ回転数 MRN 1, 2 をメモリ 36 に記憶する。

制御部 32B は、交流モータ M1 における消費パワーの増加量 P_{sm} が許容パワー W0 を超えると判定したとき、モータ電流 MCRT 2 に基づいて演算された交流モータ M2 のトルク $T_{m2}(n)$ の極性によって交流モータ M2 が消費モードであるか否かを判定する。より具体的には、制御部 32B は、メモリ 36 からトルク $T_{m2}(n)$ を読み出し、その読み出したトルク $T_{m2}(n)$ が正であるとき交流モータ M2 は消費モードであると判定し、トルク $T_{m2}(n)$ が負であるとき交流モータ M2 は発電モードであると判定する。

そして、制御部 32B は、交流モータ M2 が消費モードであると判定したとき、トルク $T_{m2}(n)$ よりも小さいトルク $T'm2(n)$ をモータ制御用相電圧演算部 40 へ出力する。

また、制御部 32B は、交流モータ M2 が発電モードであると判定したとき、信号 RUP および信号 PBC を生成し、その生成した信号 RUP を交流モータ M2 へ出力し、生成した信号 PBC を電圧変換制御手段 302A へ出力する。

演算部 34B は、実施の形態 1 における式 (1) ~ 式 (4) の演算を行なう。この場合、演算部 34B は、各タイミングごとにメモリ 36 から読み出したモータ電流 MCRT 1 およびモータ回転数 MRN 1 を用いて式 (2), (3) の演算、トルク $T_{m1}(n)$ の演算および回転角速度 $\omega_{m1}(n)$ の演算を行なう。

また、演算部 34B は、各タイミングごとにメモリ 36 から読み出したモータ電流 MCRT 2 に基づいてトルク $T_{m2}(n)$ を演算する。

さらに、演算部 34B は、制御部 32B からの制御に基づいて、次式により今回指令時におけるトルク指令 $T'm2(n)$ を演算する。

$$T'm2(n) = Tm2(n) - n \cdot \frac{P1}{\omega m1} \quad \dots (7)$$

ここで、 n は 1 以上の定数である。また、 $\omega m1$ は、今回指令時における交流モータ M1 の回転角速度である。さらに、 $P1$ は、交流モータ M1 における消費パワーの増加量 Psm よりも大きい値である。

式 (7) は、本来、交流モータ M2 が output すべきトルク $Tm2(n)$ よりも、交流モータ M1 における消費パワーの増加量 Psm をカバーするためのトルク $n \times P1 / \omega m1$ だけ小さいトルクを今回指令時におけるトルク指令 $T'm2(n)$ とすることを意味する。

モータ制御用相電圧演算部 40 は、DC/DC コンバータ 12 の出力電圧 Vm 、モータ電流 MCRT1、およびトルク指令値 $TR1$ に基づいて交流モータ M1 の各相に印加する電圧を計算し、出力電圧 Vm 、モータ電流 MCRT2、およびトルク指令値 $TR2$ に基づいて交流モータ M2 の各相に印加する電圧を計算する。

そして、モータ制御用相電圧演算部 40 は、計算した交流モータ M1 または M2 用の電圧をインバータ用 PWM 信号変換部 42 へ出力する。

インバータ用 PWM 信号変換部 42 は、モータ制御用相電圧演算部 40 から交流モータ M1 用の電圧を受けると、その受けた電圧に基づいて信号 PWM1-1 を生成してインバータ 14 へ出力する。また、インバータ用 PWM 信号変換部 42 は、モータ制御用相電圧演算部 40 から交流モータ M2 用の電圧を受けると、その受けた電圧に基づいて信号 PWM1-2 を生成してインバータ 31 へ出力する。

インバータ入力電圧指令演算部 50 は、トルク指令値 $TR1$ およびモータ回転数 MRN1 (またはトルク指令値 $TR2$ およびモータ回転数 MRN2) に基づいて電圧指令 $Vdccom$ を演算し、その演算した電圧指令 $Vdccom$ をフィードバック電圧指令演算部 52 へ出力する。

その他のモータトルク制御手段 301B の動作は、モータトルク制御手段 301 の動作と同じである。

図 13 を参照して、電気負荷としてのインバータ 14 および交流モータ M1 に

おける消費パワーに基づいて、電気負荷装置100Bの駆動を維持する動作について説明する。図13に示すフローチャートは、図4に示すフローチャートのステップS50を削除し、ステップS60, S70, S80を追加したものであり、その他は、図4に示すフローチャートと同じである。

5 制御部32Bは、ステップS30において交流モータM1における消費パワーの増加量 P_{sm} が許容パワー W_0 を超えると判定したとき、トルク $T_{m2}(n)$ をメモリ36から読み出し、その読み出したトルク $T_{m2}(n)$ の極性が正か負かを判定する（ステップS60）。

そして、ステップS60において、トルク $T_{m2}(n)$ の極性が正と判定されたとき、制御部32Bは、交流モータM2が消費モードにあると判定し、トルク指令 $T'm2(n)$ を演算するように演算部34Bを制御する。演算部34Bは、制御部32Bからの制御に基づいて、式（7）によりトルク指令 $T'm2(n)$ を演算して制御部32Bへ出力する。

そうすると、制御部32Bは、演算部34Bからのトルク指令 $T'm2(n)$ をトルク指令値 $TR2$ としてモータ制御用相電圧演算部40へ出力する。モータ制御用相電圧演算部40は、出力電圧 V_m 、モータ電流 $MCTR2$ 、およびトルク指令値 $TR2 (= T'm2(n))$ に基づいて交流モータM2の各相に印加する電圧を計算する。そして、モータ制御用相電圧演算部40は、計算した交流モータM2用の電圧をインバータ用PWM信号変換部42へ出力する。-----

20 インバータ用PWM信号変換部42は、モータ制御用相電圧演算部40から交流モータM2用の電圧を受けると、その受けた電圧に基づいて信号 $PWM12c$ を生成してインバータ31へ出力する。インバータ31は、信号 $PWM12c$ に基づいて交流モータM2を駆動する。これにより、交流モータM2における消費パワーが低減される（ステップS70）。そして、交流モータM1における消費パワーの増加量をカバーするためのパワーに相当する消費パワーが交流モータM2において減少される。

一方、ステップS60において、トルク $T_{m2}(n)$ の極性が負であると判定されたとき、制御部32Bは、交流モータM2が発電モードにあると判定し、信号 RUP および信号 PBC を生成してそれぞれ交流モータM2および電圧変換制

御手段 302A へ出力する。

そうすると、電圧変換制御手段 302A は、信号 PBC に応じて信号 PWM C 2 を生成してインバータ 31 へ出力する。また、交流モータ M2 は、信号 RUP に応じて発電電力を増加する（ステップ S80）。インバータ 31 は、交流モータ M2 からの交流電圧を信号 PWM C 2 に応じて直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をノード N1, N2 を介してコンデンサ 13 に供給する。

これにより、コンデンサ 13 からインバータ 14 へ供給可能なパワーが増加する。

また、ステップ S30において、交流モータ M1 における消費パワーの増加量 P_{sm} が許容パワーよりも小さいと判定されたとき、それまでの制御が継続される（ステップ S40）。

そして、ステップ S40 またはステップ S70 またはステップ S80 の後、一連の動作が終了する。

上述したように、実施の形態 3においては、交流モータ M1 における消費パワーが急激に増加した場合に、交流モータ M2 における消費パワーを低減し、または交流モータ M2 における発電パワーを増加するようにインバータ 31 またはインバータ 31 および交流モータ M2 を制御する。

再び、図 10 を参照して、電気負荷装置 100B における全体動作について説明する。全体の動作が開始されると、制御装置 30B は、H レベルの信号 SE を生成してシステムリレー SR1, SR2 へ出力し、システムリレー SR1, SR2 がオンされる。直流電源 B は直流電圧をシステムリレー SR1, SR2 を介して DC/DC コンバータ 12 へ出力する。

電圧センサー 10 は、直流電源 B から出力される直流電圧 Vb を検出し、その検出した直流電圧 Vb を制御装置 30B へ出力する。また、電圧センサー 20 は、コンデンサ 13 の両端の電圧 Vm を検出し、その検出した電圧 Vm を制御装置 30B へ出力する。さらに、電流センサー 24 は、交流モータ M1 に流れるモータ電流 MCRT1 を検出して制御装置 30B へ出力し、電流センサー 28 は、交流モータ M2 に流れるモータ電流 MCRT2 を検出して制御装置 30B へ出力する。さらに、回転センサー 25 は、交流モータ M1 のモータ回転数 MRN1 を検出し

て制御装置30Bへ出力し、回転センサー29は、交流モータM2のモータ回転数MRN2を検出して制御装置30Bへ出力する。そして、制御装置30Bは、外部ECUからトルク指令値TRI1, 2を受ける。

そうすると、制御装置30Bは、直流電圧Vb、出力電圧Vm、モータ電流M
5 CRT1、トルク指令値TRI1およびモータ回転数MRN1に基づいて、上述
した方法により信号PWMI1を生成し、その生成した信号PWMI1をイン
バータ14へ出力する。また、制御装置30Bは、直流電圧Vb、出力電圧Vm、
モータ電流M CRT2、トルク指令値TRI2およびモータ回転数MRN2に基
づいて、上述した方法により信号PWMI2を生成し、その生成した信号PWM
10 I2をインバータ31へ出力する。

さらに、制御装置30Bは、インバータ14（または31）が交流モータM1
（またはM2）を駆動するとき、直流電圧Vb、出力電圧Vm、モータ電流MC
15 RT1（またはM CRT2）、トルク指令値TRI1（またはTRI2）、およ
びモータ回転数MRN1（またはMRN2）に基づいて、上述した方法によりD
C/D Cコンバータ12のNPNトランジスタQ1, Q2をスイッチング制御す
るための信号PWUを生成し、その生成した信号PWUをDC/D Cコンバータ
12へ出力する。

そうすると、DC/D Cコンバータ12は、信号PWUに応じて、直流電源B
からの直流電圧Vbを昇圧し、その昇圧した直流電圧をノードN1, N2を介し
20 てコンデンサ13に供給する。そして、インバータ14は、コンデンサ13によっ
て平滑化された直流電圧を制御装置30Bからの信号PWMI1によって交流電
圧に変換して交流モータM1を駆動する。また、インバータ31は、コンデンサ
13によって平滑化された直流電圧を制御装置30Bからの信号PWMI2によ
り、交流電圧に変換して交流モータM2を駆動する。これによって、交流モ
25 タM1は、トルク指令値TRI1によって指定されたトルクを発生し、交流モ
タM2は、トルク指令値TRI2によって指定されたトルクを発生する。

また、電気負荷装置100Bが搭載されたハイブリッド自動車または電気自動
車の回生制動時、制御装置30Bは、外部ECUから信号RGEを受け、その受
けた信号RGEに応じて、信号PWMC1, 2を生成してそれぞれインバータ1

4, 31 へ出力し、信号PWDを生成してDC/DCコンバータ12へ出力する。

5 そうすると、インバータ14は、交流モータM1が発電した交流電圧を信号PWM C1に応じて直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサ13を介してDC/DCコンバータ12へ供給する。また、インバータ31は、交流モータM2が発電した交流電圧を信号PWM C2に応じて直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサ13を介してDC/DCコンバータ12へ供給する。そして、DC/DCコンバータ12は、コンデンサ13からの直流電圧をノードN1, N2を介して受け、その受けた直流電圧を信号PWDによって降圧し、その降圧した直流電圧を直流電源Bに供給する。これにより、交流モータM1またはM2によって発電された電力が直流電源Bに充電される。

10 また、交流モータM1, M2の駆動中に、交流モータM1における消費パワーが急激に増加した場合、制御装置30Bは、上述した方法により交流モータM1における消費パワーの増加量Psmを演算し、その演算した消費パワーの増加量Psmが許容パワーW0を超えるか否かを判定する。そして、制御装置30Bは、15 消費パワーの増加量Psmが許容パワーW0を超えないとき、それまでの制御を継続する。

一方、消費パワーの増加量Psmが許容パワーW0を超えるとき、制御装置30Bは、上述したように、交流モータM2が消費モードにあるか発電モードにあるかを判定する。そして、制御装置30Bは、交流モータM2が消費モードにあるとき、交流モータM2における消費パワーを減少するようにインバータ31を20 制御し、交流モータM2が発電モードにあるとき、交流モータM2における発電量を増加するようにインバータ31および交流モータM2を制御する。

これにより、交流モータM1における消費パワーが急激に増加しても、コンデンサ13からインバータ14へ供給可能なパワーが増加され、電気負荷装置1025 0Bは、継続して駆動される。

なお、上記においては、交流モータM1における消費パワーが急激に増加した場合について説明したが、交流モータM2における消費パワーが急激に増加した場合に、交流モータM1における消費パワーを低減し、または交流モータM1における発電パワーを増加するようにインバータ14またはインバータ14および

交流モータM1を制御するようにしてもよいことは言うまでもない。

また、交流モータM2における消費パワーを低減することは、コンデンサ13からインバータ14へ供給可能なパワーを、交流モータM1における消費パワーの増加量Psmをカバーするように増加させることに相当する。そして、コンデンサ13からインバータ14へ供給可能なパワーを、交流モータM1における消費パワーの増加量Psmをカバーするように増加させることは、交流モータM1における消費パワーの増加量Psmを電気負荷装置100Bの駆動を維持可能な範囲に制御することに相当する。

さらに、インバータ14、31および交流モータM1、M2は、「電気負荷」を構成する。

さらに、交流モータM1、M2のいずれか一方は、「発電機」を構成する。そして、電気負荷装置100Bがハイブリッド自動車に搭載される場合、発電機を構成する交流モータM1、M2のいずれか一方は、エンジンに接続され、エンジンからの動力によって発電する。

さらに、この発明による電気負荷制御方法は、図13に示すフローチャートに従って電圧変換器（すなわち、DC/DCコンバータ12）の駆動を維持する範囲に電気負荷における消費パワーの増加量を制御する電気負荷制御方法である。

さらに、制御部32B、演算部34B、モータ制御用相電圧演算部40およびインバータ用PWM信号変換部42における消費パワーの増加量の制御は、実際にはCPUによって行なわれ、CPUは、図13に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムをROMから読み出し、その読み出したプログラムを実行して図13に示すフローチャートに従って電気負荷の駆動動作を維持する範囲に電気負荷における消費パワーの増加量を制御する。したがって、ROMは、図13に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムを記録したコンピュータ(CPU)読み取り可能な記録媒体に相当する。

その他は、実施の形態1と同じである。

実施の形態3によれば、電気負荷装置は、直流電源からの直流電圧を出力電圧に昇圧するDC/DCコンバータと、DC/DCコンバータの出力電圧によって交流モータを駆動するインバータと、一方の交流モータにおける消費パワーの増

加量が一方の交流モータに供給可能な許容パワーを超えるとき、他方の交流モータにおける消費パワーを低減させ、または他方の交流モータにおける発電パワーを増加させるように制御する制御装置とを備えるので、電気負荷の駆動動作が停止する程度に消費パワーが変化しても、電気負荷の駆動を安定して継続できる。

5 [実施の形態4]

図14を参照して、実施の形態4による電気負荷装置100Cは、電気負荷装置100Bの制御装置30Bを制御装置30Cに代えたものであり、その他は、電気負荷装置100Bと同じである。

10 制御装置30Cは、交流モータM1, M2の動作中にコンデンサ13側からDC/DCコンバータ12へ回生される回生パワーが急激に大きくなつた場合、DC/DCコンバータ12の動作を停止させずに電気負荷装置100Cの駆動を維持するようにDC/DCコンバータ12を制御する。その他の制御装置30Cの動作は、制御装置30Bの動作と同じである。

15 交流モータM1が消費モードにあり、交流モータM2が発電モードにある場合（すなわち、電気負荷装置100Cが搭載されたハイブリッド自動車または電気自動車の回生ブレーキ制御中）に、車輪のロックが検出されると、交流モータM1における消費パワーが急激に減少する。

20 そうすると、コンデンサ13側からDC/DCコンバータ12へ回生される回生パワーが急激に増加し、過電圧がDC/DCコンバータ12に印加される。過電圧がDC/DCコンバータ12に印加された状態が継続すると、DC/DCコンバータ12の破損に繋がる。

そこで、制御装置30Cは、回生パワーが急激に増加しても、電気負荷装置100Cの駆動を維持するようにDC/DCコンバータ12を制御する。

25 なお、説明を解り易くするために、以下においては、交流モータM1が消費モードにあり、交流モータM2が発電モードにある場合について説明する。

図15を参照して、制御装置30Cは、制御装置30Bのモータトルク制御手段301Bをモータトルク制御手段301Cに代えたものであり、その他は、制御装置30Bと同じである。

モータトルク制御手段301Cは、各指令時 t ごとに交流モータM1における

消費パワー P_{out} と、交流モータ M2 における発電パワー P_{in} とを演算し、その演算した消費パワー P_{out} および発電パワー P_{in} に基づいて回生パワー P_b を演算する。そして、モータトルク制御手段 301C は、前回指令時から今回指令時までの間における回生パワー P_b の増加量 ΔP_b を演算し、その演算した増加量 ΔP_b が応答最大値 ΔP_{b1im} を超えるか否かを判定する。ここで、応答最大値とは、DC/DCコンバータ 12 で吸収可能な回生パワー P_b の増加量を言う。

モータトルク制御手段 301C は、増加量 ΔP_b が応答最大値 ΔP_{b1im} を超えているとき、電圧指令値を低下して DC/DC コンバータ 12 を制御し、増加量 ΔP_b が応答最大値 ΔP_{b1im} を超えていないとき、それまでの DC/DC コンバータ 12 の制御を継続する。

その他のモータトルク制御手段 301C の動作は、モータトルク制御手段 301B の動作と同じである。

図 16 を参照して、モータトルク制御手段 301C は、モータトルク制御手段 301B の制御部 32B および演算部 34B をそれぞれ制御部 32C および演算部 34C に代えたものであり、その他は、モータトルク制御手段 301B と同じである。

制御部 32C は、消費パワー P_{out} および発電パワー P_{in} を演算し、その演算した消費パワー P_{out} および発電パワー P_{in} に基づいて回生パワー P_b を演算するように演算部 34C を制御する。そして、制御部 32C は、さらに、回生パワー P_b の増加量 ΔP_b を演算するように演算部 34C を制御する。

制御部 32C は、演算部 34C により演算された回生パワー P_b の増加量 ΔP_b が応答最大値 ΔP_{b1im} を超えるか否かを判定し、増加量 ΔP_b が応答最大値 ΔP_{b1im} を超えるとき、電圧指令 V_{dccom_d} を演算するように演算部 34C を制御する。また、制御部 32C は、増加量 ΔP_b が応答最大値 ΔP_{b1im} を超えないとき、電圧指令 V_{dccom_n} を演算するように演算部 34C を制御する。

そして、制御部 32C は、演算部 34C により演算された電圧指令 V_{dccom_d} または V_{dccom_n} をフィードバック電圧指令演算部 52A へ出力す

る。

演算部 34C は、メモリ 36 からモータ電流 M C R T 1 およびモータ回転数 M R N 1 を読み出してトルク $T_{m1}(n)$ および回転角速度 $\omega_{m1}(n)$ を演算する。

そして、演算部 34C は、演算したトルク $T_{m1}(n)$ および回転角速度 $\omega_{m1}(n)$ から交流モータ M1 における消費パワー P_{out} を演算する。

また、演算部 34C は、メモリ 36 からモータ電流 M C R T 2 および出力電圧 V_m を読み出し、その読み出したモータ電流 M C R T 2 および出力電圧 V_m に基づいて交流モータ M2 における発電パワー P_{in} を演算する。そして、演算部 34C は、発電パワー P_{in} から消費パワー P_{out} を減算して今回指令時における回生パワー $P_{bm}(n)$ を演算し、さらに、回生パワーの増加量 $\Delta P_{b}(=P_{bm}(n) - P_{bm}(n-1))$ を演算する。なお、この場合、演算部 34C は、前回指令時における回生パワー $P_{bm}(n-1)$ をメモリ 36 から読み出す。

さらに、演算部 34C は、回生パワーの増加量 ΔP_{b} が応答最大値 ΔP_{b1im} を超えているとき、DC/DC コンバータ 12 により吸収できない回生パワーの増加量 ΔP_{b0} を次式により演算する。

$$\Delta P_{b0} = \Delta P_{b} - \Delta P_{b1im} \quad \dots (8)$$

さらに、演算部 34C は、式 (8) により演算した増加量 ΔP_{b0} に基づいて低下させるべき電圧指令値 ΔV_{ref} を次式により演算する。

$$\Delta V_{ref} = \sqrt{2 \cdot \Delta P_{b0} \cdot T_0 / C} \quad \dots (9)$$

ここで、 T_0 は、前回指令時から今回指令時までの時間を表わす。

さらに、演算部 34C は、式 (9) により演算した低下させるべき電圧指令値 ΔV_{ref} を用いて次式により電圧指令 $V_{dcom_d}(n)$ を演算する。

$$V_{dcom_d}(n) = V_{dcom_d}(n-1) - \Delta V_{ref} \quad \dots (10)$$

式 (10) において、 $V_{dcom_d}(n-1)$ は、前回指令時における電圧指令であり、メモリ 36 に記憶されている。そして、 $V_{dcom_d}(n-1)$ は、前回指令時に回生パワーの増加量 ΔP_{b} が応答最大値 ΔP_{b1im} を超えている場合、式 (8) ~ 式 (10) により演算された前回指令時における電圧指令である。

また、 $V_{d\text{c}\text{c}\text{o}\text{m_d}}(n-1)$ は、前回指令時には回生パワーの増加量 ΔP_b が応答最大値 ΔP_{b1im} を超えていない場合、前回指令時におけるトルク $T_{m1}(n-1)$ およびモータ回転数 $MRN1$ に基づいて演算された電圧指令 $V_{d\text{c}\text{c}\text{o}\text{m_n}}$ である。つまり、 $V_{d\text{c}\text{c}\text{o}\text{m_d}}(n-1)$ は、交流モータ $M1$ においてトルク $T_{m1}(n-1)$ を発生させるための電圧指令である。

さらに、演算部 $34C$ は、回生パワーの増加量 ΔP_b が応答最大値 ΔP_{b1im} を超えていないとき、今回指令時におけるトルク $T_{m1}(n)$ およびモータ回転数 $MRN1$ に基づいて電圧指令 $V_{d\text{c}\text{c}\text{o}\text{m_n}}(n)$ を演算する。

なお、制御部 $32C$ は、演算部 $34C$ により演算された電圧指令 $V_{d\text{c}\text{c}\text{o}\text{m_d}}(n)$ 、 $V_{d\text{c}\text{c}\text{o}\text{m_n}}(n)$ をそれぞれ電圧指令 $V_{d\text{c}\text{c}\text{o}\text{m_d}}$ 、 $V_{d\text{c}\text{c}\text{o}\text{m_n}}$ としてフィードバック電圧指令演算部 $52A$ へ出力する。

図 17 を参照して、電気負荷としてのインバータ 14 および交流モータ $M1$ における消費パワーに基づいて、電気負荷装置 $100C$ の駆動を維持する動作について説明する。

一連の動作が開始されると、演算部 $34C$ は、交流モータ $M1$ における消費パワー P_{out} と交流モータ $M2$ における発電パワー P_{in} とを演算する（ステップ $S100$ ）。そして、演算部 $34C$ は、演算した発電パワー P_{in} から消費パワー P_{out} を減算して回生パワー P_b を演算し、さらに、その演算した回生パワー P_b の前回指令時から今回指令時までの間 $T0$ における増加量 ΔP_b を演算する（ステップ $S110$ ）。

そうすると、制御部 $32C$ は、演算部 $34C$ により演算された回生パワーの増加量 ΔP_b が応答最大値 ΔP_{b1im} を超えるか否かを判定する（ステップ $S120$ ）。制御部 $32C$ は、ステップ $S120$ において、回生パワーの増加量 ΔP_b が応答最大値 ΔP_{b1im} 以下であると判定したとき、電圧指令 $V_{d\text{c}\text{c}\text{o}\text{m_n}}$ を演算するよう演算部 $34C$ を制御する。

そして、演算部 $34C$ は、制御部 $32C$ からの制御に基づいて、今回指令時におけるトルク $T_{m1}(n)$ およびモータ回転数 $MRN1$ をメモリ 36 から読み出し、電圧指令 $V_{d\text{c}\text{c}\text{o}\text{m_n}}$ を演算する。制御部 $32C$ は、演算部 $34C$ により演算された電圧指令 $V_{d\text{c}\text{c}\text{o}\text{m_n}}$ をフィードバック電圧指令演算部 $52A$ へ出

力する。

フィードバック電圧指令演算部 52A は、制御部 32C からの電圧指令 $V_{d c c o m_n}$ 、および電圧センサー 20 からの出力電圧 V_m に基づいてフィードバック電圧指令 $V_{d c c o m_f b_n}$ を演算してデューティー比変換部 54 へ 5 出力する。デューティー比変換部 54 は、電圧センサー 10 からのバッテリ電圧 V_b と、フィードバック電圧指令演算部 52A からのフィードバック電圧指令 $V_{d c c o m_f b_n}$ とにに基づいて、電圧センサー 20 からの出力電圧 V_m を、フィードバック電圧指令演算部 52A からのフィードバック電圧指令 $V_{d c c o m_f b_n}$ に設定するためのデューティー比を演算し、その演算したデュ 10 ティー比に基づいて DC/DC コンバータ 12 の NPN トランジスタ Q_1, Q_2 をオン/オフするための信号 PWU を生成する。そして、デューティー比変換部 54 は、生成した信号 PWU を DC/DC コンバータ 12 の NPN トランジスタ Q_1, Q_2 へ出力する。

DC/DC コンバータ 12 は、信号 PWU に基づいて、出力電圧 V_m が電圧指令 $V_{d c c o m_f b_n}$ になるように直流電圧 V_b を出力電圧 V_m に変換する。これにより、トルク指令をそのまま実行する処理が終了する（ステップ S 130）。

一方、制御部 32C は、ステップ S 120 において、回生パワーの増加量 ΔP_b が応答最大値 ΔP_{b1im} を超えていると判定したとき、電圧指令 $V_{d c c o m_d}$ を演算するように演算部 34C を制御する。

そうすると、演算部 34C は、制御部 32C からの制御に基づいて、DC/DC コンバータ 12 により吸収できない回生パワーの増加量 ΔP_{b0} を式（8）を用いて演算する。そして、演算部 34C は、前回指令時から今回指令時までの時間 T_0 および演算した増加量 ΔP_{b0} を式（9）に代入して電圧指令値の低下量 ΔV_{ref} を演算する。さらに、演算部 34C は、前回指令時における電圧指令 $V_{d c c o m_d (n-1)}$ をメモリ 36 から読み出し、その読み出した電圧指令 $V_{d c c o m_d (n-1)}$ と演算した低下量 ΔV_{ref} とを式（10）に代入して今回指令時における電圧指令 $V_{d c c o m_d (n)}$ を演算する。

制御部 32C は、演算部 34C からの電圧指令 $V_{d c c o m_d (n)}$ を電圧指令 $V_{d c c o m_d}$ としてフィードバック電圧指令演算部 52A へ出力する。

フィードバック電圧指令演算部 52A は、制御部 32C からの電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_d}$ 、および電圧センサー 20 からの出力電圧 V_m に基づいてフィードバック電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_f\,b_d}$ を演算してデューティー比変換部 54 へ出力する。デューティー比変換部 54 は、電圧センサー 10 からのバッテリ電圧 V_b と、フィードバック電圧指令演算部 52A からのフィードバック電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_f\,b_d}$ とにに基づいて、電圧センサー 20 からの出力電圧 V_m を、フィードバック電圧指令演算部 52A からのフィードバック電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_f\,b_d}$ に設定するためのデューティー比を演算し、その演算したデューティー比に基づいて DC/DC コンバータ 12 の NPN トランジスタ Q1, Q2 をオン/オフするための信号 PWUD (信号 PWU の一種) を生成する。そして、デューティー比変換部 54 は、生成した信号 PWUD を DC/DC コンバータ 12 の NPN トランジスタ Q1, Q2 へ出力する。

DC/DC コンバータ 12 は、信号 PWUD に基づいて、出力電圧 V_m が電圧指令 $V_{d\,c\,c\,o\,m_f\,b_d}$ になるように直流電圧 V_b を出力電圧 V_m に変換する。より具体的には、DC/DC コンバータ 12 は、NPN トランジスタ Q1 のオン時間を長くして直流電圧 V_b を出力電圧 V_m に変換する。これにより、電圧指令値を低下した DC/DC コンバータ 12 の制御が行なわれる (ステップ S130)。そして、出力電圧 V_m の電圧レベルは低下し、過電圧が DC/DC コンバータ 12 に印加されることはない。

NPN トランジスタ Q1 のオン時間を長くすると、出力電圧 V_m の電圧レベルが低下するので、電圧指令値を低下して DC/DC コンバータ 12 を制御することは、NPN トランジスタ Q1 のオン時間を長くして DC/DC コンバータ 12 を制御することに相当する。

なお、上記においては、交流モータ M1 が消費モードにあり、交流モータ M2 が発電モードにある場合について説明したが、この発明は、これに限らず、交流モータ M1 が発電モードにあり、交流モータ M2 が消費モードにある場合であってもよいことは言うまでもない。

また、上記においては、モータが 2 つの場合について説明したが、モータが 1 つの場合でも、回生モードにおいて回生パワーが急激に増加することが想定され

るので、この発明は、モータが1つの場合にDC/DCコンバータ12の出力側に過電圧が印加されないように電圧指令値を低下させてDC/DCコンバータ12を制御する場合も含む。

さらに、応答最大値 ΔP_{b1im} は、電気負荷（インバータ14, 31および交流モータM1, M2）の駆動動作を維持可能な電気負荷におけるパワーの変化量の最大値である「限界値」に相当する。

さらに、この発明による電気負荷制御方法は、図17に示すフローチャートに従って電圧変換器（すなわち、DC/DCコンバータ12）の駆動を維持する範囲に電気負荷における消費パワーの増加量を制御する電気負荷制御方法である。

さらに、制御部32C、演算部34C、フィードバック電圧指令演算部52Aおよびデューティー比変換部54における回生パワーの増加量の制御は、実際にはCPUによって行なわれ、CPUは、図17に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムをROMから読み出し、その読み出したプログラムを実行して図17に示すフローチャートに従って電気負荷の駆動動作を維持する範囲に電気負荷における回生パワーの増加量を制御する。したがって、ROMは、図17に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムを記録したコンピュータ（CPU）読み取り可能な記録媒体に相当する。

その他は、実施の形態3と同じである。

実施の形態4によれば、電気負荷装置は、直流電源からの直流電圧を出力電圧に昇圧するDC/DCコンバータと、DC/DCコンバータの出力電圧によって交流モータを駆動するインバータと、交流モータからDC/DCコンバータへの回生パワーの増加量がDC/DCコンバータにより吸収可能な応答最大値を超えるとき、電圧指令値を低下してDC/DCコンバータを制御する制御装置とを備えるので、電気負荷の駆動動作が停止する程度に回生パワーが増加しても、DC/DCコンバータに過電圧が印加されず、電気負荷の駆動を安定して継続できる。

[実施の形態5]

図18を参照して、実施の形態5による電気負荷装置100Dは、電気負荷装置100Bの制御装置30Bを制御装置30Dにえたものであり、その他は、電気負荷装置100Bと同じである。

5 制御装置 30D は、交流モータ M1 における消費パワーが急激に増加して交流モータ M1 における消費パワーの増加量 P_{sm} が許容パワー $W0$ を超えた場合、電気負荷装置 100D の駆動を継続可能な範囲に消費パワーの増加量 P_{sm} を制御し、コンデンサ 13 側から DC/DC コンバータ 12 への回生パワーが急激に増加して回生パワーの増加量 ΔP_b が応答最大値 ΔP_{b1im} を超えた場合、電気負荷装置 100D の駆動を継続可能な範囲に回生パワーの増加量 ΔP_b を制御する。

10 そして、制御装置 30C は、上述した実施の形態 1～実施の形態 3 のいずれかを用いて、電気負荷装置 100D の駆動を継続可能な範囲に消費パワーの増加量 P_{sm} を制御し、実施の形態 4 を用いて、電気負荷装置 100D の駆動を継続可能な範囲に回生パワーの増加量 ΔP_b を制御する。

したがって、制御装置 30D は、制御装置 30, 30A, 30B のいずれか 1 つの機能と、制御装置 30C の機能とを併せ持つ。

15 制御装置 30D における消費パワーの増加量 P_{sm} および回生パワーの増加量 ΔP_b の制御は、図 4、図 9 および図 13 のいずれかに示すフローチャートと、図 17 に示すフローチャートとに従って行なわれる。

20 したがって、図 4、図 9 および図 13 のいずれかに示すフローチャートと、図 17 に示すフローチャートとに従って消費パワーの増加量 P_{sm} および回生パワーの増加量 ΔP_b を制御する方法は、この発明による電気負荷制御方法を構成する。

また、コンピュータ (CPU) は、図 4、図 9 および図 13 のいずれかに示すフローチャートと、図 17 に示すフローチャートとに従って消費パワーの増加量 P_{sm} および回生パワーの増加量 ΔP_b を制御する。したがって、ROM は、図 4、図 9 および図 13 のいずれかに示すフローチャートと、図 17 に示すフローチャートとに示される各ステップを備えるプログラムを記録したコンピュータ (CPU) 読取り可能な記録媒体である。

その他は、実施の形態 1～実施の形態 4 と同じである。

実施の形態 5 によれば、電気負荷装置は、直流電源からの直流電圧を出力電圧に昇圧する DC/DC コンバータと、DC/DC コンバータの出力電圧によって

交流モータを駆動するインバータと、交流モータにおける消費パワーが急激に増加したとき、または交流モータからDC／DCコンバータへの回生パワーが急激に増加したとき、電気負荷の駆動を継続可能な範囲に消費パワーの増加量または回生パワーの増加量を制御する制御装置とを備えるので、電気負荷の駆動動作が停止する程度に電気負荷におけるパワーが増加しても、電気負荷の駆動を安定して継続できる。

産業上の利用可能性

この発明は、電気負荷においてパワーが急激に変化した場合、そのパワーの変化量を制御して電気負荷の安定した駆動を継続する電気負荷装置に適用される。

請求の範囲

1. 直流電源から出力される第1の直流電圧と、前記第1の直流電圧の電圧レベルと異なる電圧レベルを有する第2の直流電圧との間で電圧変換を行なう電圧変換器(12)と、

前記電圧変換器(12)から出力された前記第2の直流電圧に基づいて駆動される電気負荷(14, 31, M1, M2)と、

前記電気負荷(14, 31, M1, M2)におけるパワーの変化量が限界値を超えたとき、前記電気負荷(14, 31, M1, M2)の駆動動作を維持可能な範囲に前記パワーの変化量を制御する制御回路(30, 30A, 30B, 30C, 30D)とを備え、

前記限界値は、前記電気負荷(14, 31, M1, M2)の駆動動作を維持可能な前記パワーの変化量の最大値である、電気負荷装置。

2. 前記電気負荷(14, 31, M1, M2)におけるパワーは、前記電気負荷(14, 31, M1, M2)における消費パワーであり、

前記制御回路(30, 30A, 30B, 30C, 30D)は、前記消費パワーの増加量が前記電気負荷(14, 31, M1, M2)に供給可能な許容パワーを超えたとき、前記消費パワーの増加量が前記許容パワー以下になるように制御する、請求の範囲第1項に記載の電気負荷装置。

3. 前記制御回路(30, 30A, 30B, 30C, 30D)は、前記消費パワーを制限する、請求の範囲第2項に記載の電気負荷装置。

4. 前記制御回路(30, 30A, 30B, 30C, 30D)は、前記第2の直流電圧の電圧指令値を低下して前記電圧変換器(12)を制御する、請求の範囲第3項に記載の電気負荷装置。

5. 前記電圧変換器(12)は、

上アームおよび下アーム用の第1および第2のスイッチング素子(Q1, Q2)と、

前記第1および第2のスイッチング素子(Q1, Q2)にそれぞれ設けられる第1および第2のフライホイルダイオード(D1, D2)とを含む、請求の範囲

第4項に記載の電気負荷装置。

6. 前記制御回路 (30, 30A, 30B, 30C, 30D) は、前記許容パワーを増加させ、前記消費パワーが前記許容パワー以下になるように制御する、請求の範囲第2項に記載の電気負荷装置。

5 7. 前記制御回路 (30, 30A, 30B, 30C, 30D) は、前記第2の直流電圧の電圧指令値を上昇して前記電圧変換器 (12) を制御する、請求の範囲第6項に記載の電気負荷装置。

8. 前記電圧変換器 (12) は、

上アームおよび下アーム用の第1および第2のスイッチング素子 (Q1, Q2)
10 と、

前記第1および第2のスイッチング素子 (Q1, Q2) にそれぞれ設けられる
第1および第2のフライホイルダイオード (D1, D2) とを含む、請求の範囲
第7項に記載の電気負荷装置。

9. 前記電気負荷 (14, M1; 31, M2) は、

15 車両の駆動輪を駆動するためのトルクを発生するモータ (M1; M2) と、

前記制御回路 (30, 30A, 30B, 30C, 30D) からの制御に従って
前記第2の直流電圧を交流電圧に変換して前記モータ (M1; M2) を駆動する
インバータ (14; 31) とを含む、請求の範囲第2項から請求の範囲第8項の
いづれか1項に記載の電気負荷装置。

20 10. 前記電圧変換器 (12) と前記電気負荷 (14, 31, M1, M2) との
間に設けられ、直流電力を蓄積する容量素子 (13) をさらに備え、

前記電気負荷 (14, 31, M1, M2) は、

車両の駆動輪を駆動するためのトルクを発生する第1のモータ (M1) と、

25 前記制御回路 (30, 30A, 30B, 30C, 30D) からの制御に従って
前記容量素子 (13) から供給された前記第2の直流電圧を交流電圧に変換して
前記第1のモータ (M1) を駆動する第1のインバータ (14) と、

前記車両のエンジンからの動力により発電する第2のモータ (M2) と、

前記第1のインバータ (14) と並列に接続され、前記制御回路 (30, 30
A, 30B, 30C, 30D) からの制御に従って前記第2のモータ (M2) が

発電した交流電力を直流電力に変換して前記容量素子（13）に供給する第2のインバータ（31）とを含む、請求の範囲第2項から請求の範囲第8項のいずれか1項に記載の電気負荷装置。

11. 前記電気負荷（14, M1）に並列に接続された発電機（M2）をさらに備え、
5

前記制御回路（30, 30A, 30B, 30C, 30D）は、発電電力が上昇するように前記発電機（M2）を制御する、請求の範囲第2項に記載の電気負荷装置。

12. 前記電圧変換器（12）は、

10 上アームおよび下アーム用の第1および第2のスイッチング素子（Q1, Q2）と、

前記第1および第2のスイッチング素子（Q1, Q2）にそれぞれ設けられる第1および第2のフライホイルダイオード（D1, D2）とを含む、請求の範囲第11項に記載の電気負荷装置。

15 13. 前記電気負荷（14, M1）は、

車両の駆動輪を駆動するためのトルクを発生するモータ（M1）と、

前記制御回路（30, 30A, 30B, 30C, 30D）からの制御に従って前記第2の直流電圧を交流電圧に変換して前記モータ（M1）を駆動するインバータ（14）とを含み、

20 前記発電機（M2）は、前記車両のエンジンからの動力により発電する、請求の範囲第12項に記載の電気負荷装置。

14. 前記電気負荷（14, 31, M1, M2）におけるパワーは、前記電気負荷（14, 31, M1, M2）における発電パワーであり、

25 前記制御回路（30, 30A, 30B, 30C, 30D）は、前記電気負荷（14, 31, M1, M2）から前記電圧変換器（12）へ供給される発電パワーの増加量が前記電圧変換器（12）の応答最大値を超えたとき、前記発電パワーの増加量が前記応答最大値以下になるように制御する、請求の範囲第1項に記載の電気負荷装置。

15. 前記制御回路（30, 30A, 30B, 30C, 30D）は、前記第2の

直流電圧の電圧レベルが低下するように前記電圧変換器（12）を制御する、請求の範囲第14項に記載の電気負荷装置。

16. 前記電圧変換器（12）は、上アームおよび下アーム用の第1および第2のスイッチング素子（Q1, Q2）を含み、

5 前記制御回路（30, 30A, 30B, 30C, 30D）は、前記第1のスイッチング素子（Q1）のオン時間を長くして前記電圧変換器（12）を駆動する、請求の範囲第15項に記載の電気負荷装置。

17. 前記電気負荷（14, 31, M1, M2）は、

車両の駆動輪を駆動するためのトルクを発生するモータ（M1; M2）と、
10 前記制御回路（30, 30A, 30B, 30C, 30D）からの制御に従って前記第2の直流電圧を交流電圧に変換して前記モータ（M1; M2）を駆動するインバータ（14; 31）とを含む、請求の範囲第14項から請求の範囲第16項のいずれか1項に記載の電気負荷装置。

18. 前記電圧変換器（12）と前記電気負荷（14, 31, M1, M2）との間に設けられ、直流電力を蓄積する容量素子（13）をさらに備え、
15

前記電気負荷（14, 31, M1, M2）は、

車両の駆動輪を駆動するためのトルクを発生する第1のモータ（M1）と、
前記制御回路（30, 30A, 30B, 30C, 30D）からの制御に従って前記容量素子（13）から供給された前記第2の直流電圧を交流電圧に変換して
20 前記第1のモータ（M1）を駆動する第1のインバータ（14）と、

前記車両のエンジンからの動力により発電する第2のモータ（M2）と、
前記第1のインバータ（14）と並列に接続され、前記制御回路（30, 30A, 30B, 30C, 30D）からの制御に従って前記第2のモータ（M2）が発電した交流電力を直流電力に変換して前記容量素子（13）に供給する第2のインバータ（31）とを含む、請求の範囲第14項から請求の範囲第16項のいずれか1項に記載の電気負荷装置。
25

19. 前記電気負荷（14, 31, M1, M2）におけるパワーは、前記電気負荷（14, 31, M1, M2）における消費パワーおよび前記電気負荷（14, 31, M1, M2）における発電パワーであり、

前記制御回路 (30, 30A, 30B, 30C, 30D) は、

前記消費パワーの増加量が前記電気負荷 (14, 31, M1, M2) に供給可能な許容パワーを超えたとき、前記消費パワーの増加量が前記許容パワー以下になるように制御し、

5 前記電気負荷 (14, 31, M1, M2) から前記電圧変換器 (12) へ供給される発電パワーの増加量が前記電圧変換器 (12) の応答最大値を超えたとき、前記発電パワーの増加量が前記応答最大値以下になるように制御する、請求の範囲第1項に記載の電気負荷装置。

20. 電気負荷 (14, 31, M1, M2) におけるパワーの変化量を検出する
10 第1のステップと、

前記検出されたパワーの変化量が、限界値を超えるか否かを判定する第2のステップと、

15 前記パワーの変化量が前記限界値を超えたとき、前記電気負荷 (14, 31, M1, M2) の駆動動作を維持可能な範囲に前記パワーの変化量を制御する第3のステップとを含み、

前記限界値は、前記電気負荷 (14, 31, M1, M2) の駆動動作を維持可能な前記パワーの変化量の最大値である、電気負荷制御方法。

21. 前記第1のステップは、前記電気負荷 (14, 31, M1, M2) における消費パワーの増加量を検出し、

20 前記第2のステップは、前記消費パワーの増加量が前記電気負荷 (14, 31, M1, M2) に供給可能な許容パワーを超えるか否かを判定し、

前記第3のステップは、前記消費パワーの増加量が前記許容パワーを超えたとき、前記消費パワーの変化量を前記許容パワー以下に制御する、請求の範囲第20項に記載の電気負荷制御方法。

25 22. 前記第3のステップは、前記消費パワーを制限する、請求の範囲第21項に記載の電気負荷制御方法。

23. 前記第3のステップは、直流電源から出力される第1の直流電圧を変換した第2の直流電圧の電圧レベルが上昇するように、前記第1の直流電圧を前記第2の直流電圧に変換する電圧変換器 (12) を制御する、請求の範囲第21項に

記載の電気負荷制御方法。

24. 前記第3のステップは、前記電気負荷（14, M1）に並列に接続された発電機（M2）の発電電力が上昇するように前記発電機（M2）を制御する、請求の範囲第21項に記載の電気負荷制御方法。

5 25. 前記第1のステップは、前記電気負荷（14, 31, M1, M2）からの第1の直流電圧を前記第1の直流電圧の電圧レベルと異なる電圧レベルを有する第2の直流電圧に変換する電圧変換器（12）へ供給される前記電気負荷（14, 31, M1, M2）における発電パワーの増加量を検出し、

前記第2のステップは、前記検出された発電パワーの増加量が前記電圧変換器
10 （12）の応答最大値を超えるか否かを判定し、

前記第3のステップは、前記発電パワーの増加量が前記電圧変換器（12）の前記応答最大値を超えたとき、前記発電パワーの増加量が前記応答最大値以下になるように前記電圧変換器（12）を制御する、請求の範囲第20項に記載の電気負荷制御方法。

15 26. 前記第3のステップは、前記第1の直流電圧の電圧レベルが低下するように前記電圧変換器（12）を制御する、請求の範囲第25項に記載の電気負荷制御方法。

27. 前記第1のステップは、

前記電気負荷（14, 31, M1, M2）における消費パワーの増加量を検出
20 する第1のサブステップと、

前記電気負荷（14, 31, M1, M2）からの第1の直流電圧を前記第1の直流電圧の電圧レベルと異なる電圧レベルを有する第2の直流電圧に変換する電圧変換器（12）へ供給される前記電気負荷（14, 31, M1, M2）における発電パワーの増加量を検出する第2のサブステップとを含み、

25 前記第2のステップは、

前記消費パワーの増加量が前記電気負荷（14, 31, M1, M2）に供給可能な許容パワーを超えるか否かを判定する第3のサブステップと、

前記検出された発電パワーの増加量が前記電圧変換器（12）の応答最大値を超えるか否かを判定する第4のサブステップとを含み、

前記第3のステップは、

前記消費パワーの増加量が前記許容パワーを超えたとき、前記消費パワーの変化量を前記許容パワー以下に制御する第5のサブステップと、

前記発電パワーの増加量が前記電圧変換器（12）の前記応答最大値を超えた
5 とき、前記発電パワーの増加量が前記応答最大値以下になるように前記電圧変換器（12）を制御する第6のステップとを含む、請求の範囲第20項に記載の電気負荷制御方法。

28. 電気負荷（14, 31, M1, M2）におけるパワーの変化量を検出する第1のステップと、

10 前記検出されたパワーの変化量が限界値を超えるか否かを判定する第2のステップと、

前記パワーの変化量が前記限界値を超えたとき、前記電気負荷（14, 31, M1, M2）の駆動動作を維持可能な範囲に前記パワーの変化量を制御する第3のステップとをコンピュータに実行させ、

15 前記限界値は、前記電気負荷（14, 31, M1, M2）の駆動動作を維持可能な前記パワーの変化量の最大値である、コンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

29. 前記第1のステップは、前記電気負荷（14, 31, M1, M2）における消費パワーの増加量を検出し、

20 前記第2のステップは、前記消費パワーの増加量が前記電気負荷（14, 31, M1, M2）に供給可能な標準パワーを超えるか否かを判定し、

前記第3のステップは、前記消費パワーの増加量が前記許容パワーを超えたとき、前記消費パワーの変化量を前記許容パワー以下に制御する、請求の範囲第28項に記載のコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。
25

30. 前記第3のステップは、前記消費パワーを制限する、請求の範囲第29項に記載のコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

31. 前記第3のステップは、直流電源から出力される第1の直流電圧を変換し

た第2の直流電圧の電圧レベルが上昇するように、前記第1の直流電圧を前記第2の直流電圧に変換する電圧変換器(12)を制御する、請求の範囲第29項に記載のコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

5 32. 前記第3のステップは、前記電気負荷(14, M1)に並列に接続された発電機(M2)の発電電力が上昇するように前記発電機(M2)を制御する、請求の範囲第29項に記載のコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

10 33. 前記第1のステップは、前記電気負荷(14, M1)からの第1の直流電圧を前記第1の直流電圧の電圧レベルと異なる電圧レベルを有する第2の直流電圧に変換する電圧変換器(12)へ供給される前記電気負荷(14, M1)における発電パワーの増加量を検出し、

前記第2のステップは、前記検出された発電パワーの増加量が前記電圧変換器(12)の応答最大値を超えるか否かを判定し、

15 前記第3のステップは、前記発電パワーの増加量が前記電圧変換器(12)の前記応答最大値を超えたとき、前記発電パワーの増加量が前記応答最大値以下になるように前記電圧変換器(12)を制御する、請求の範囲第29項に記載のコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

20 34. 前記第3のステップは、前記第1の直流電圧の電圧レベルが低下するように前記電圧変換器(12)を制御する、請求の範囲第33項に記載のコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

35. 前記第1のステップは、

前記電気負荷(14, 31, M1, M2)における消費パワーの増加量を検出する第1のサブステップと、

前記電気負荷(14, 31, M1, M2)からの第1の直流電圧を前記第1の直流電圧の電圧レベルと異なる電圧レベルを有する第2の直流電圧に変換する電圧変換器(12)へ供給される前記電気負荷(14, 31, M1, M2)における発電パワーの増加量を検出する第2のサブステップとを含み、

前記第 2 のステップは、

前記消費パワーの増加量が前記電気負荷 (14, 31, M1, M2) に供給可能な許容パワーを超えるか否かを判定する第 3 のサブステップと、

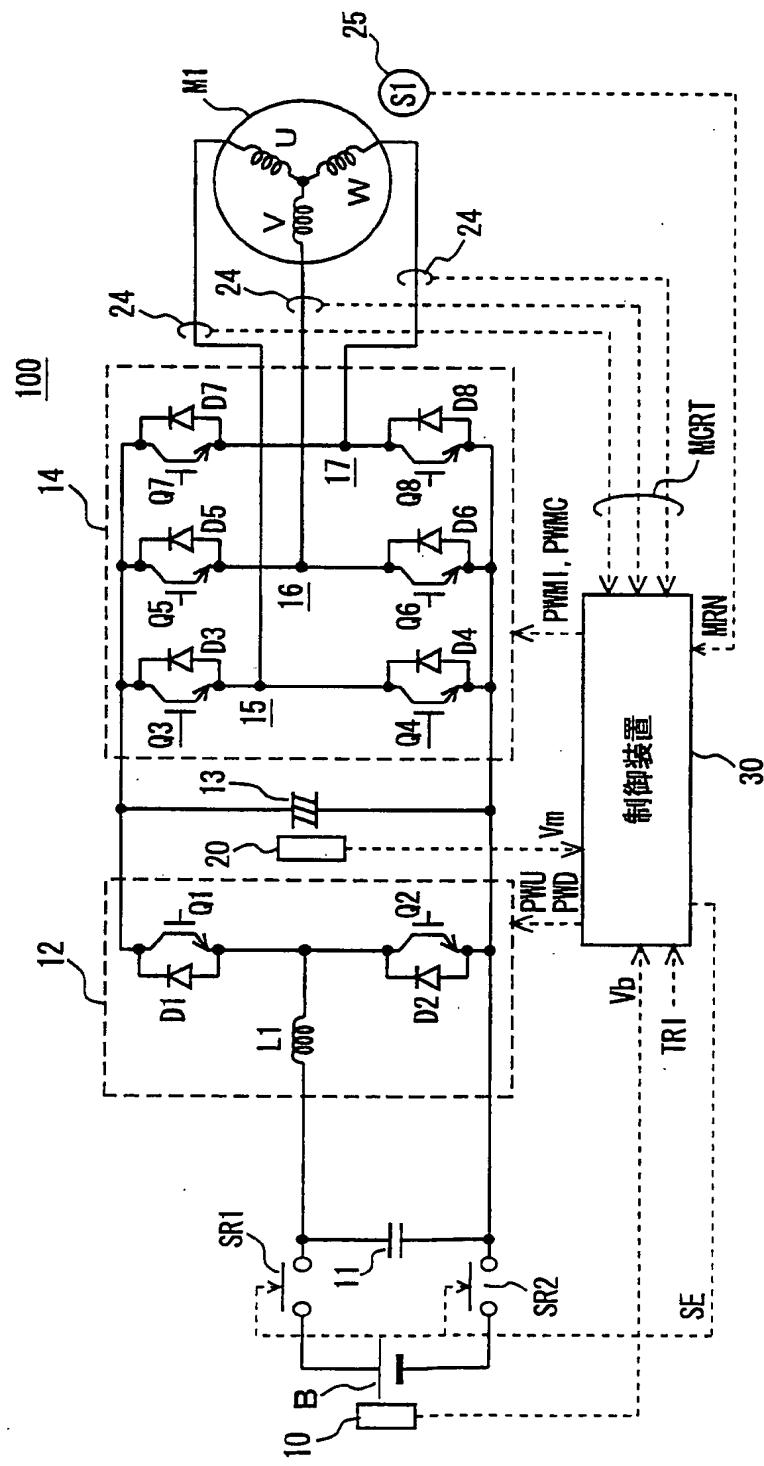
前記検出された発電パワーの増加量が前記電圧変換器 (12) の応答最大値を
5 超えるか否かを判定する第 4 のサブステップとを含み、

前記第 3 のステップは、

前記消費パワーの増加量が前記許容パワーを超えたとき、前記消費パワーの変化量を前記許容パワー以下に制御する第 5 のサブステップと、

前記発電パワーの増加量が前記電圧変換器 (12) の前記応答最大値を超えた
10 とき、前記発電パワーの増加量が前記応答最大値以下になるように前記電圧変換器 (12) を制御する第 6 のステップとを含む、請求の範囲第 28 項に記載のコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

FIG. 1



F I G. 2

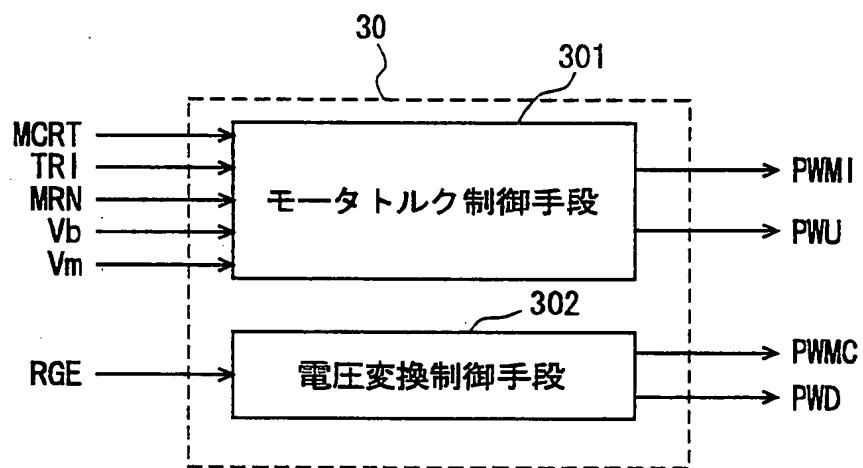


FIG. 3

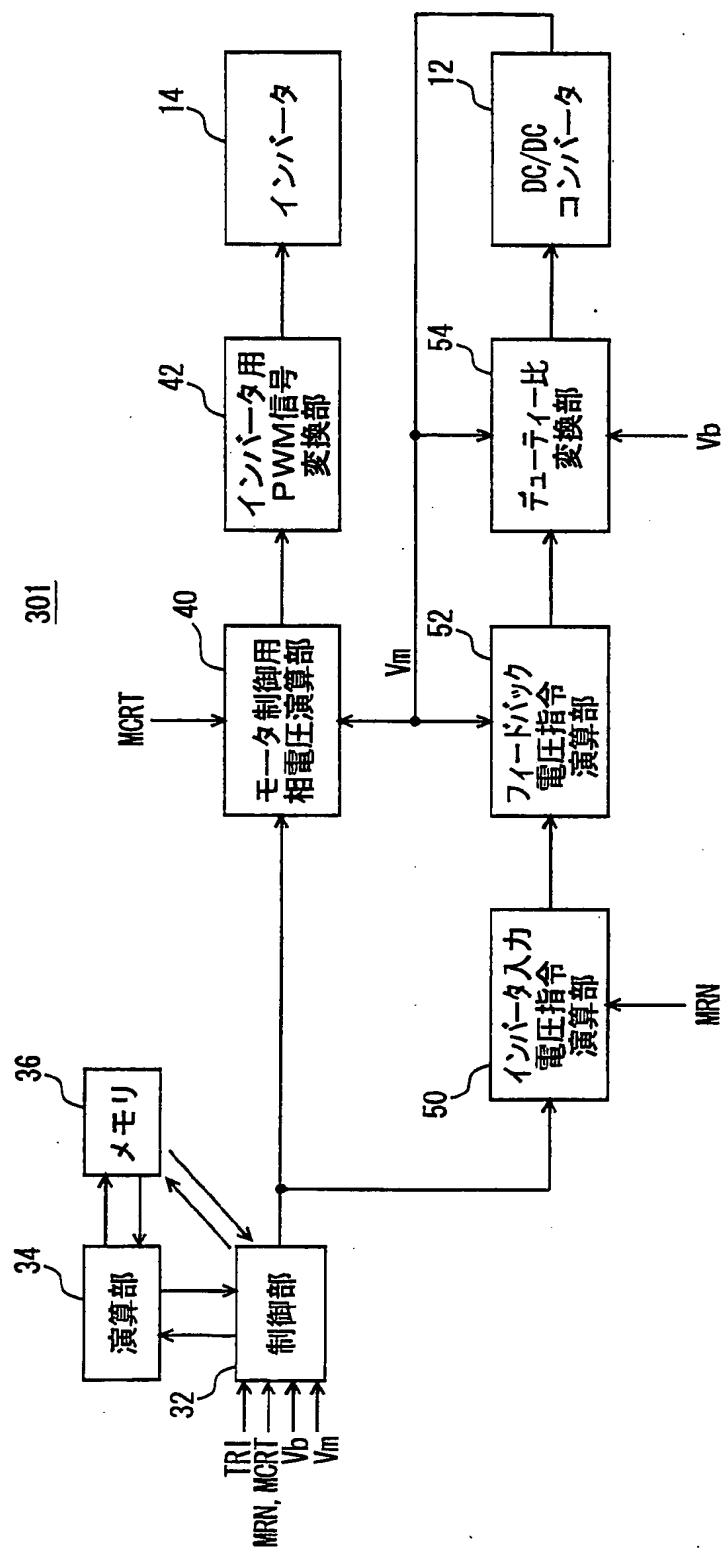
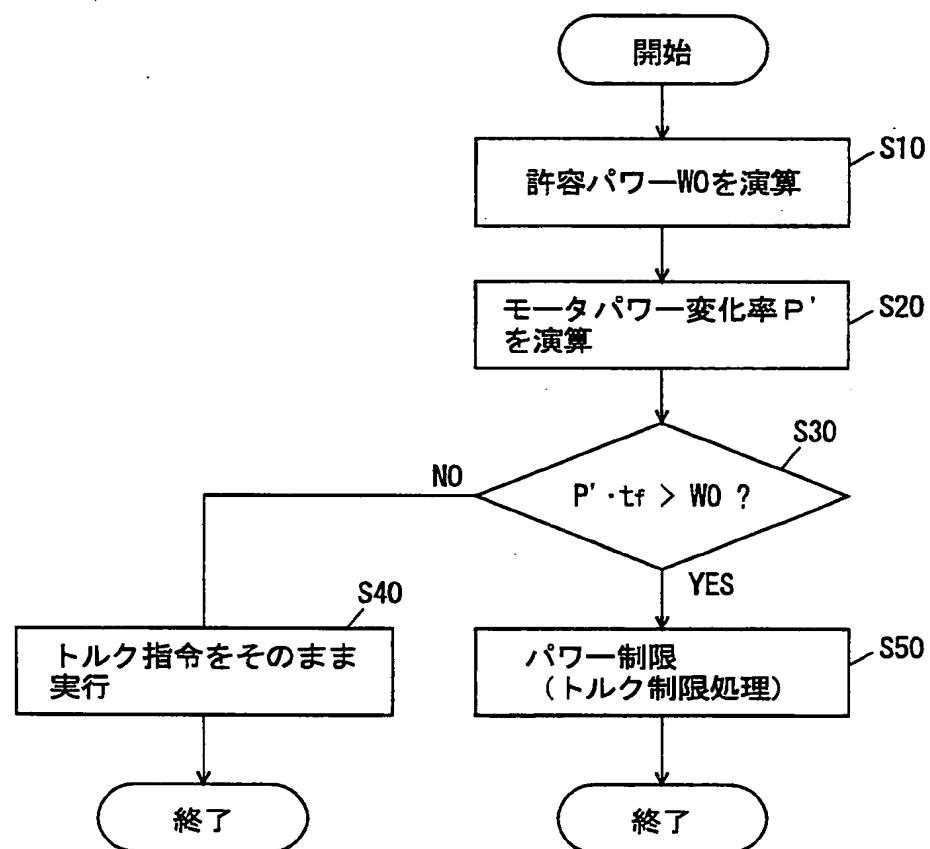
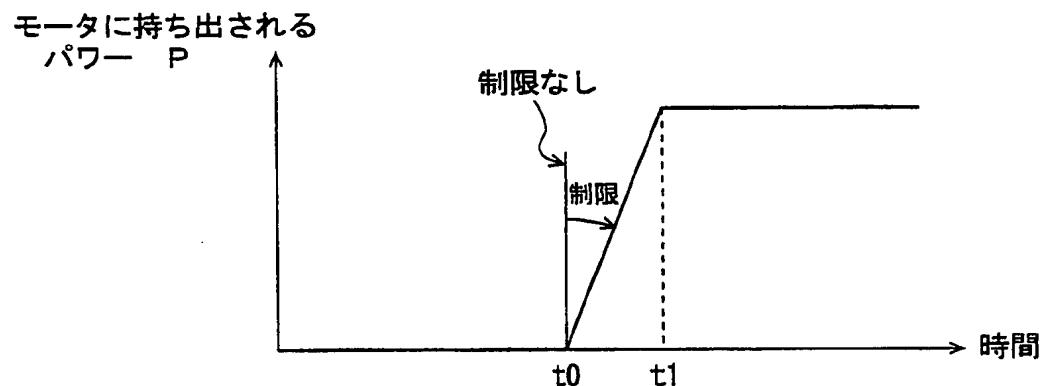


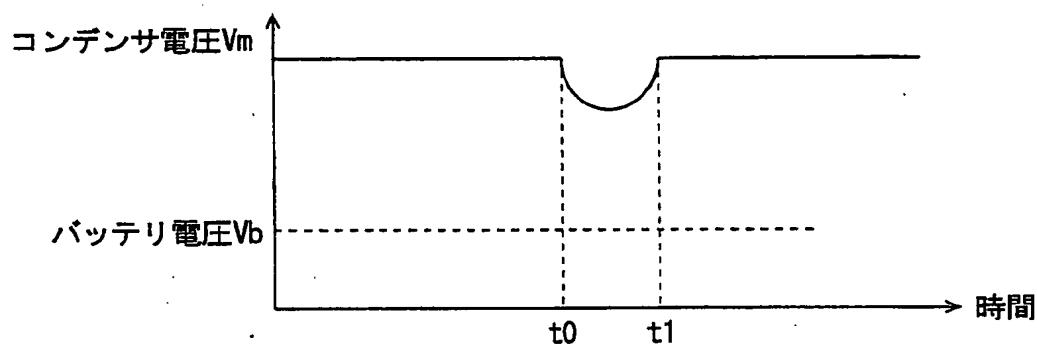
FIG. 4



F I G. 5 A



F I G. 5 B



F I G. 5 C

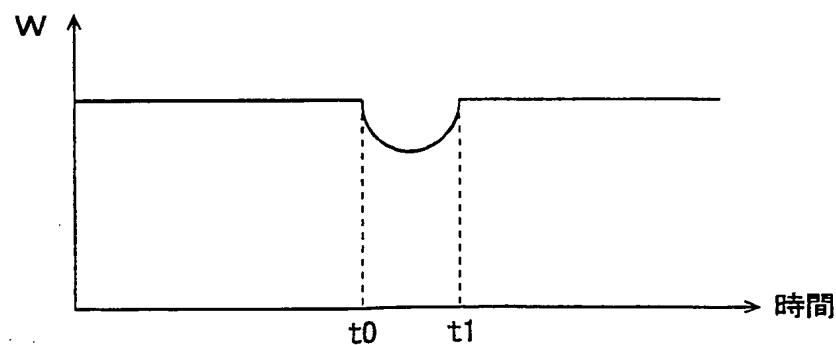
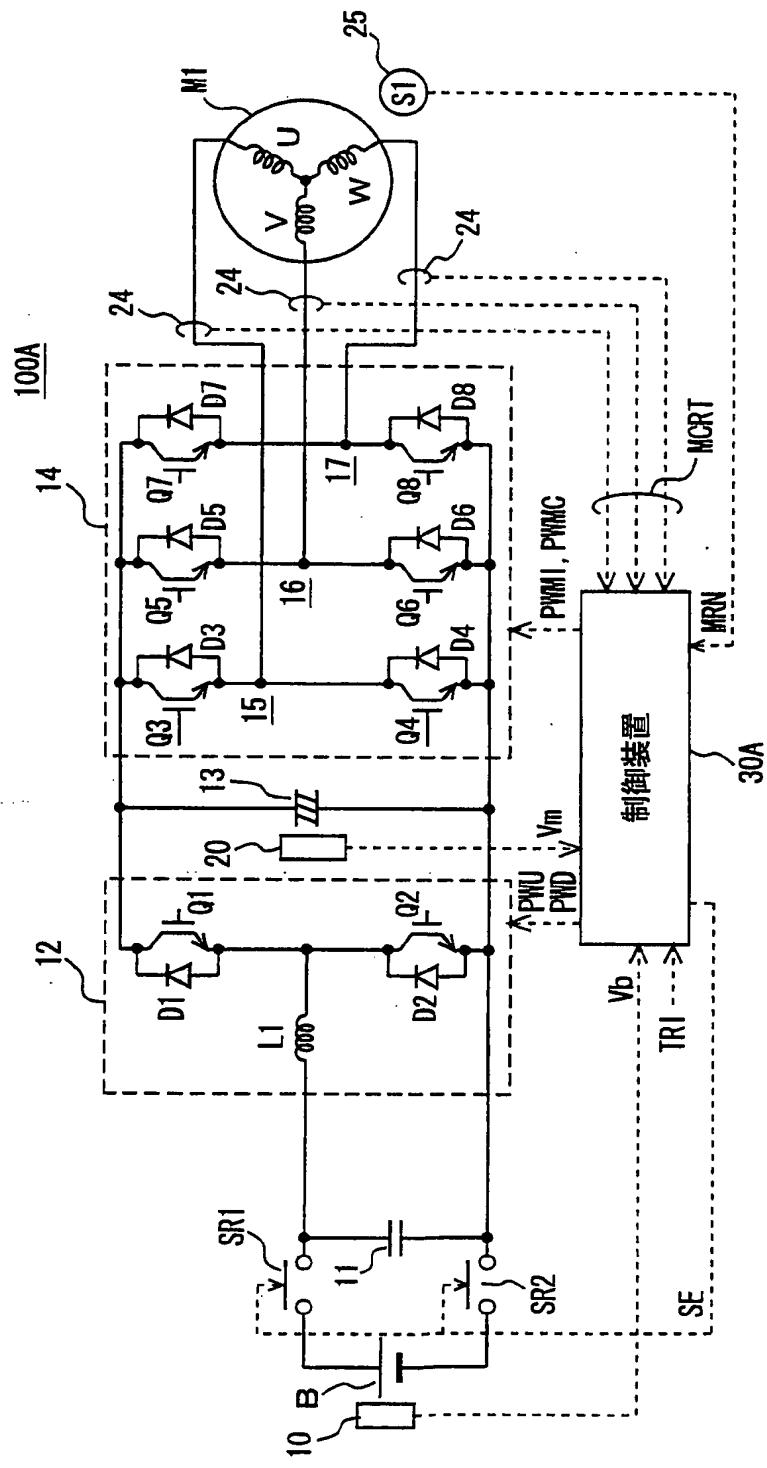


FIG. 6



F I G. 7

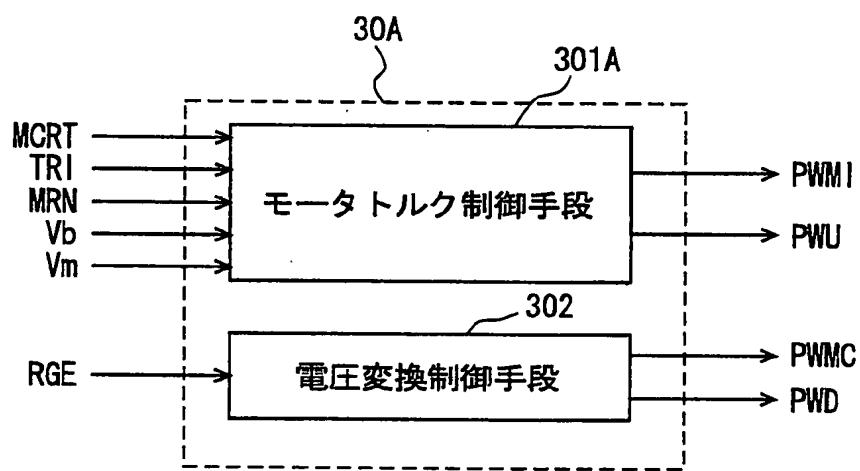


FIG. 8

301A

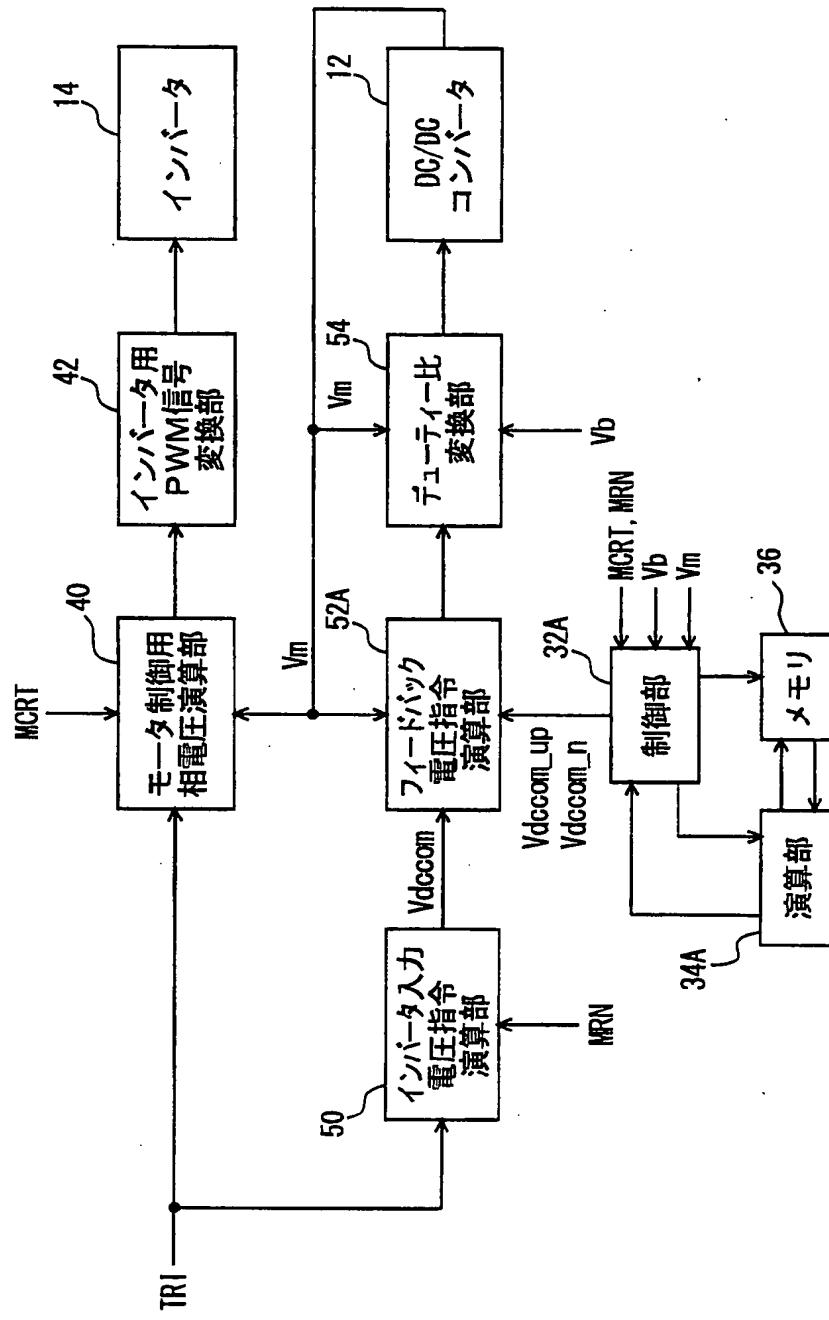


FIG. 9

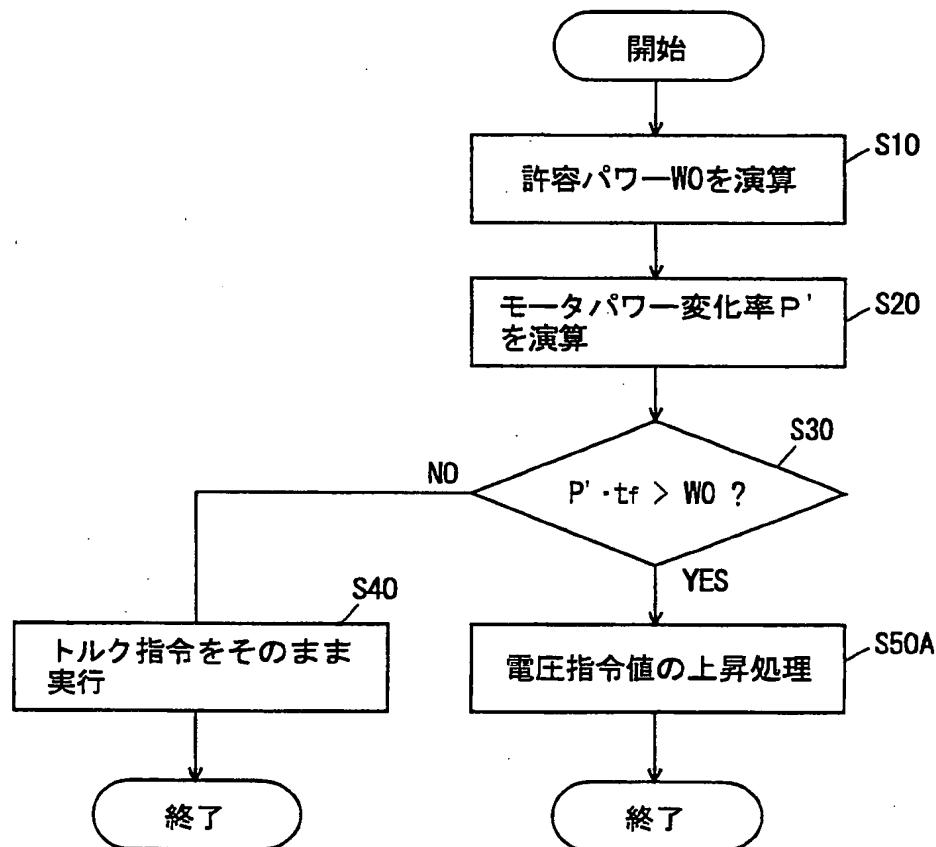
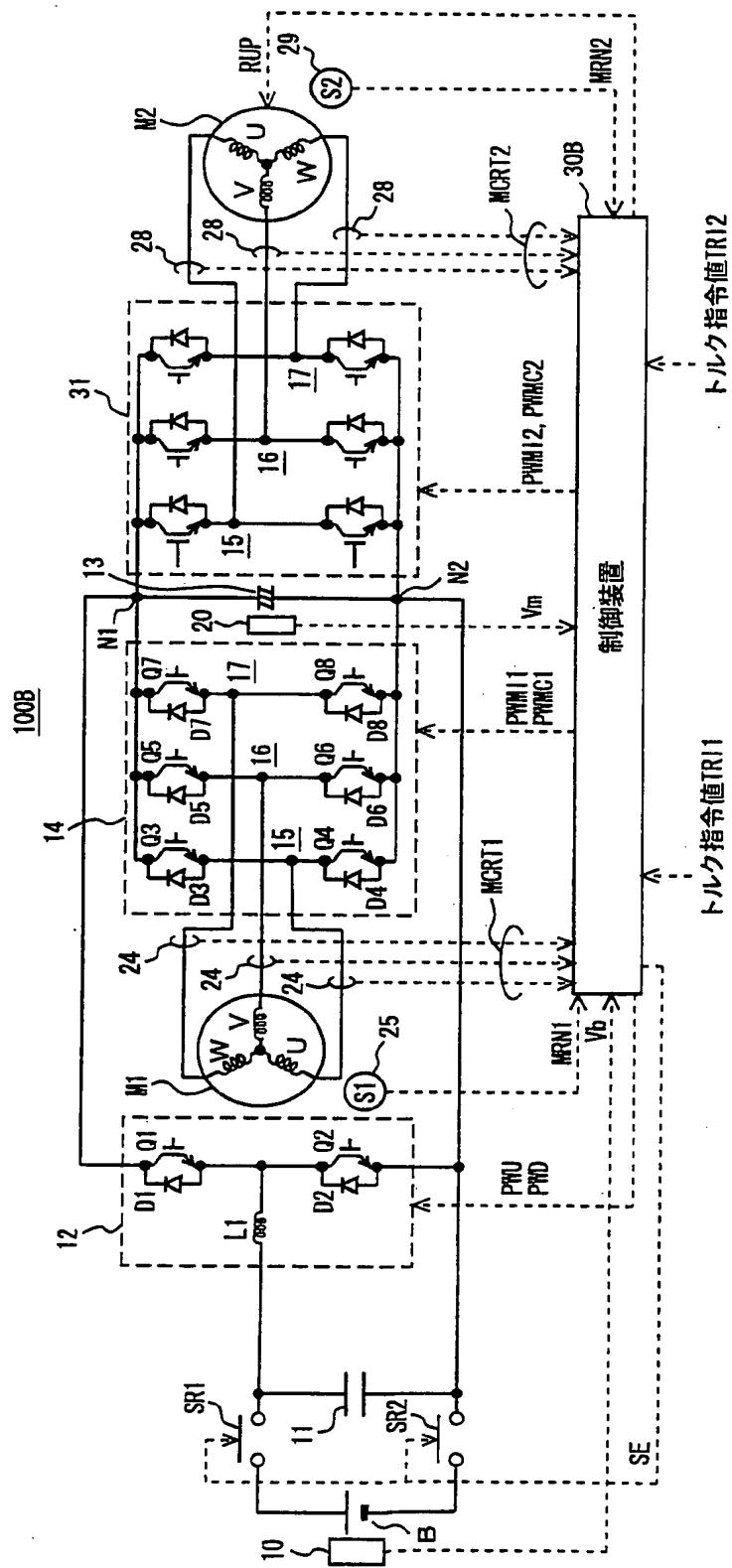


FIG. 10



F I G. 1 1

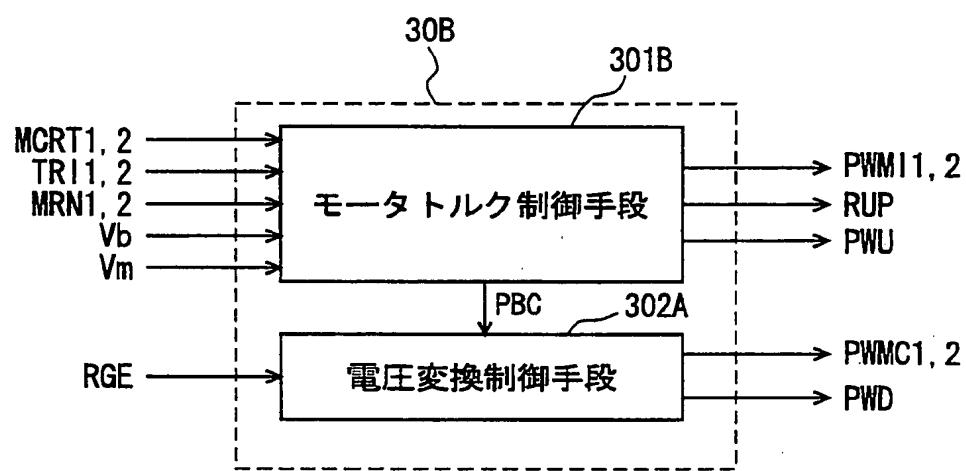


FIG. 12

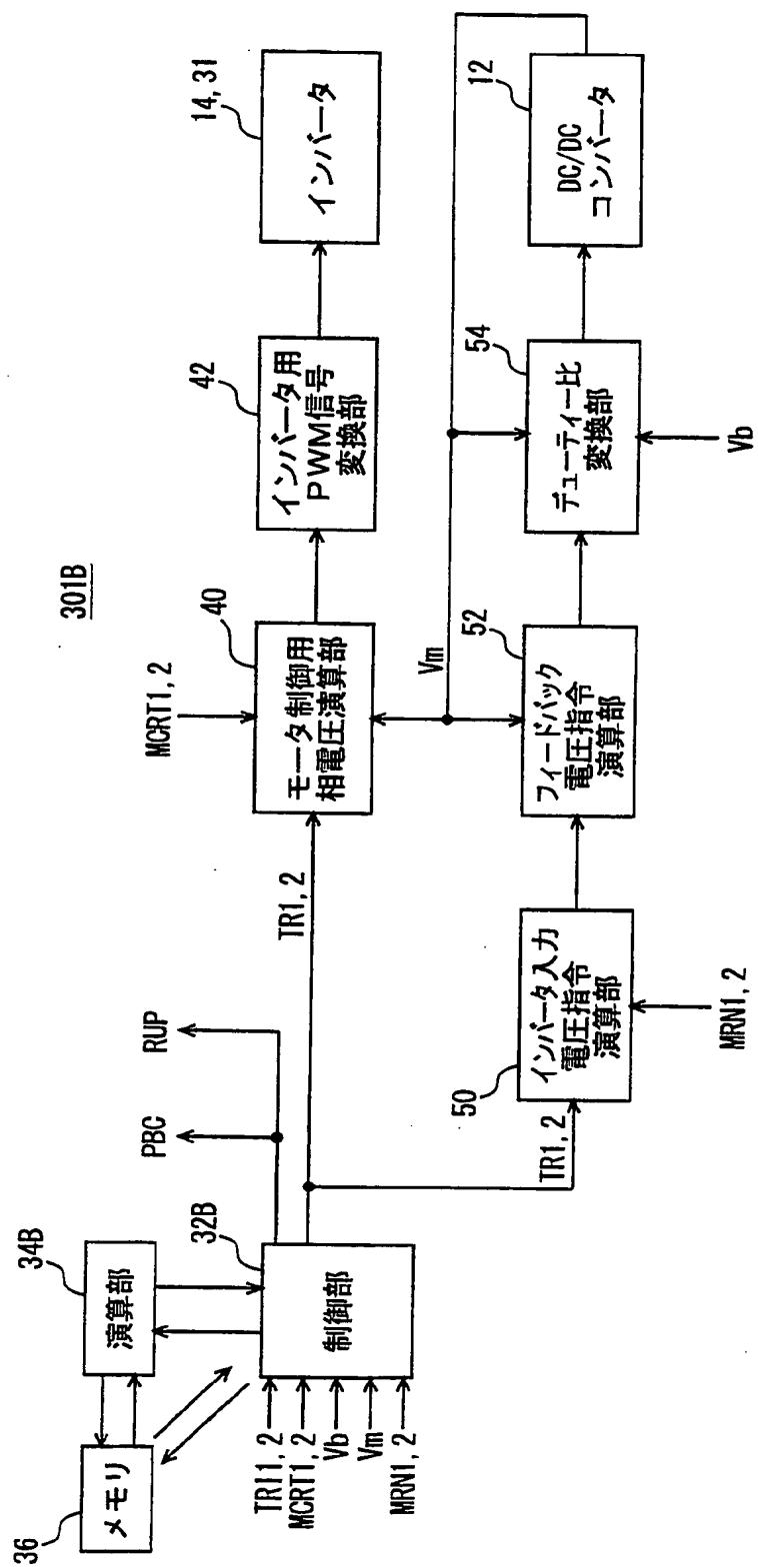


FIG. 13

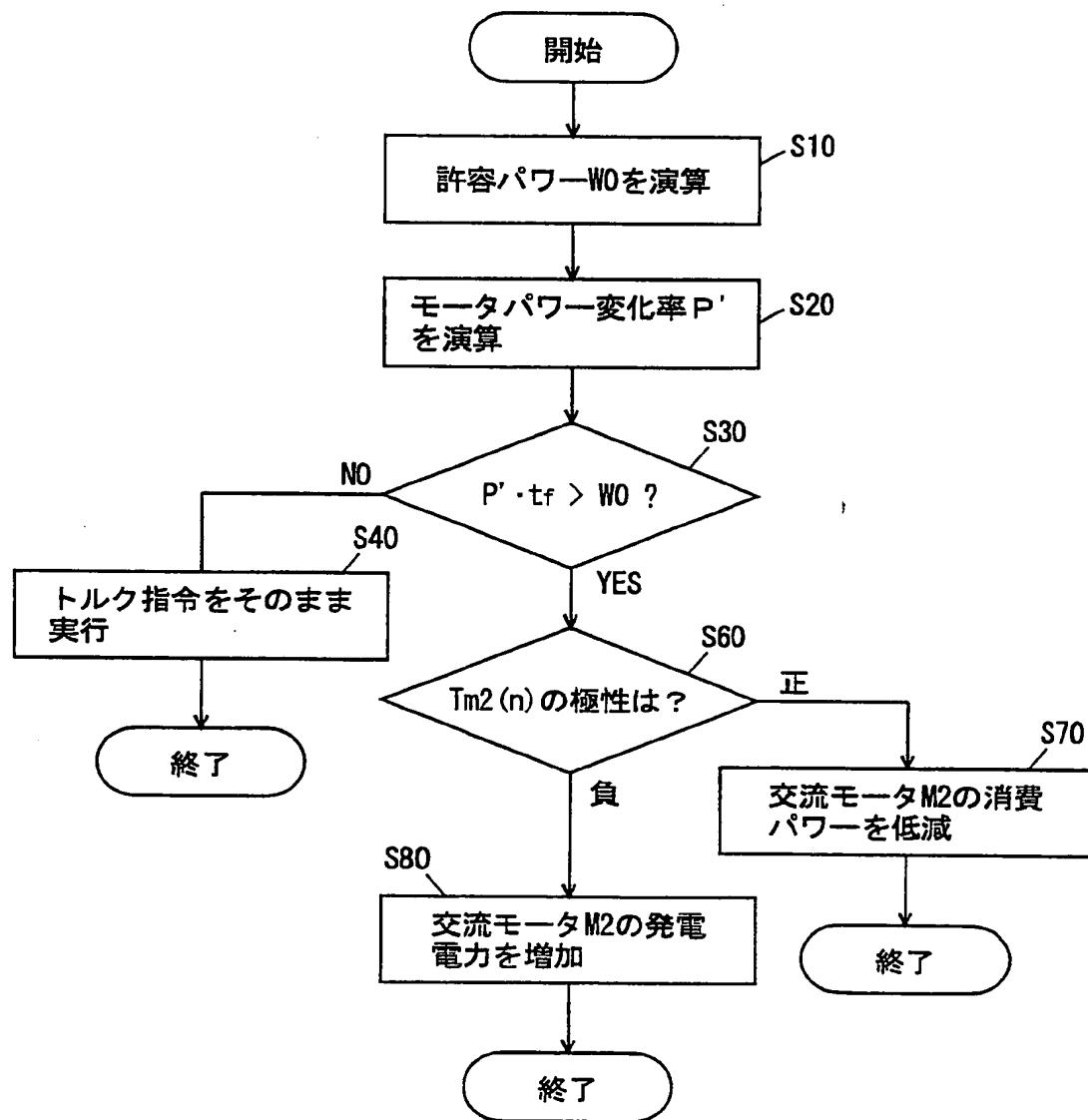
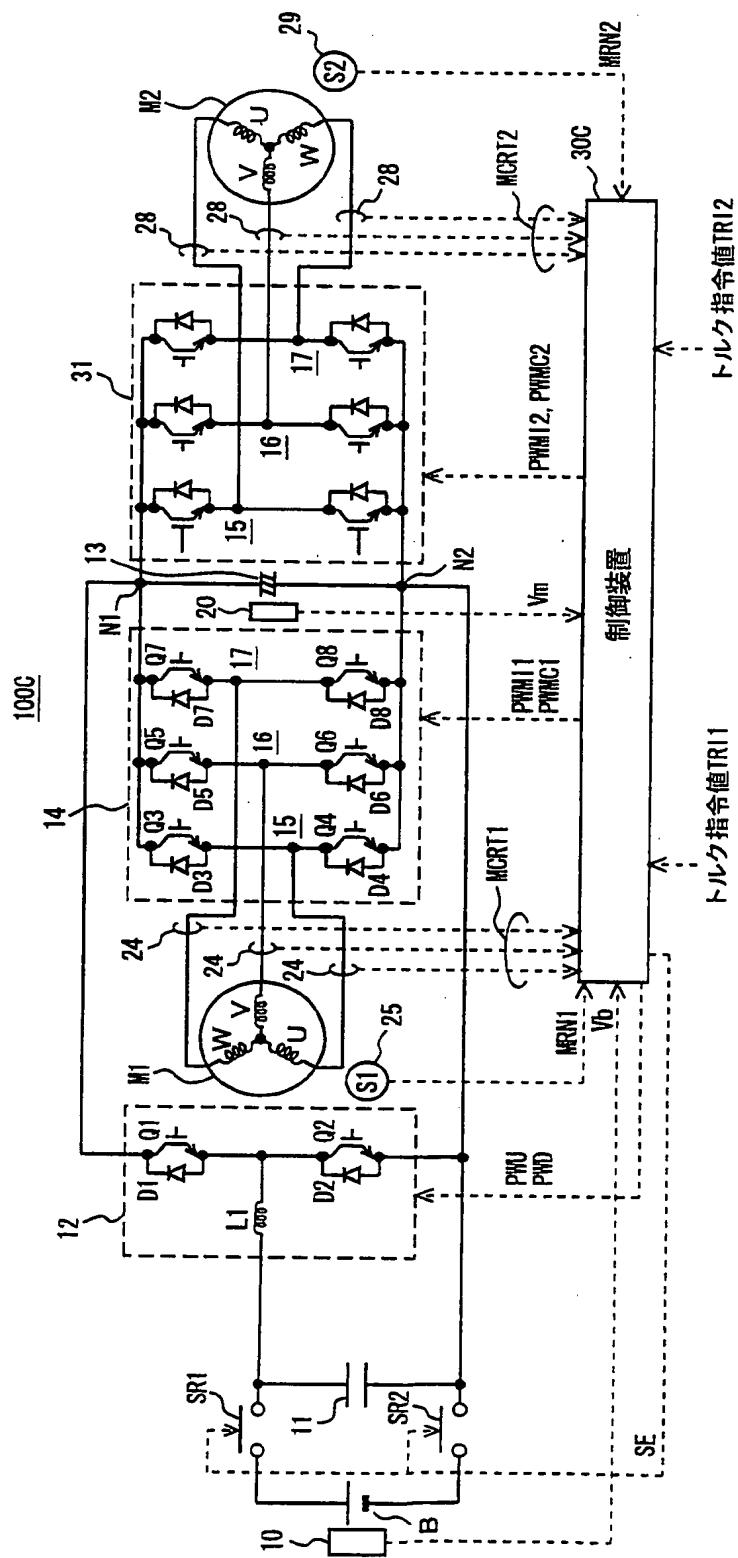


FIG. 14



F I G. 15

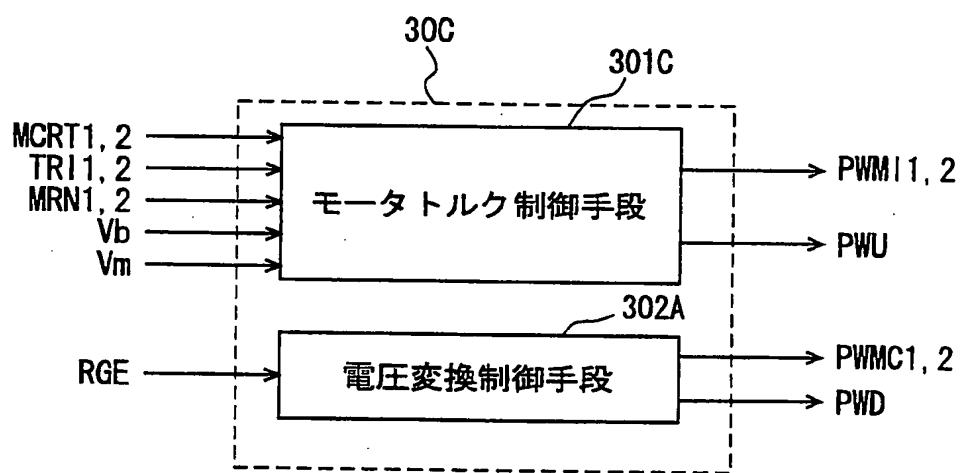


FIG. 16

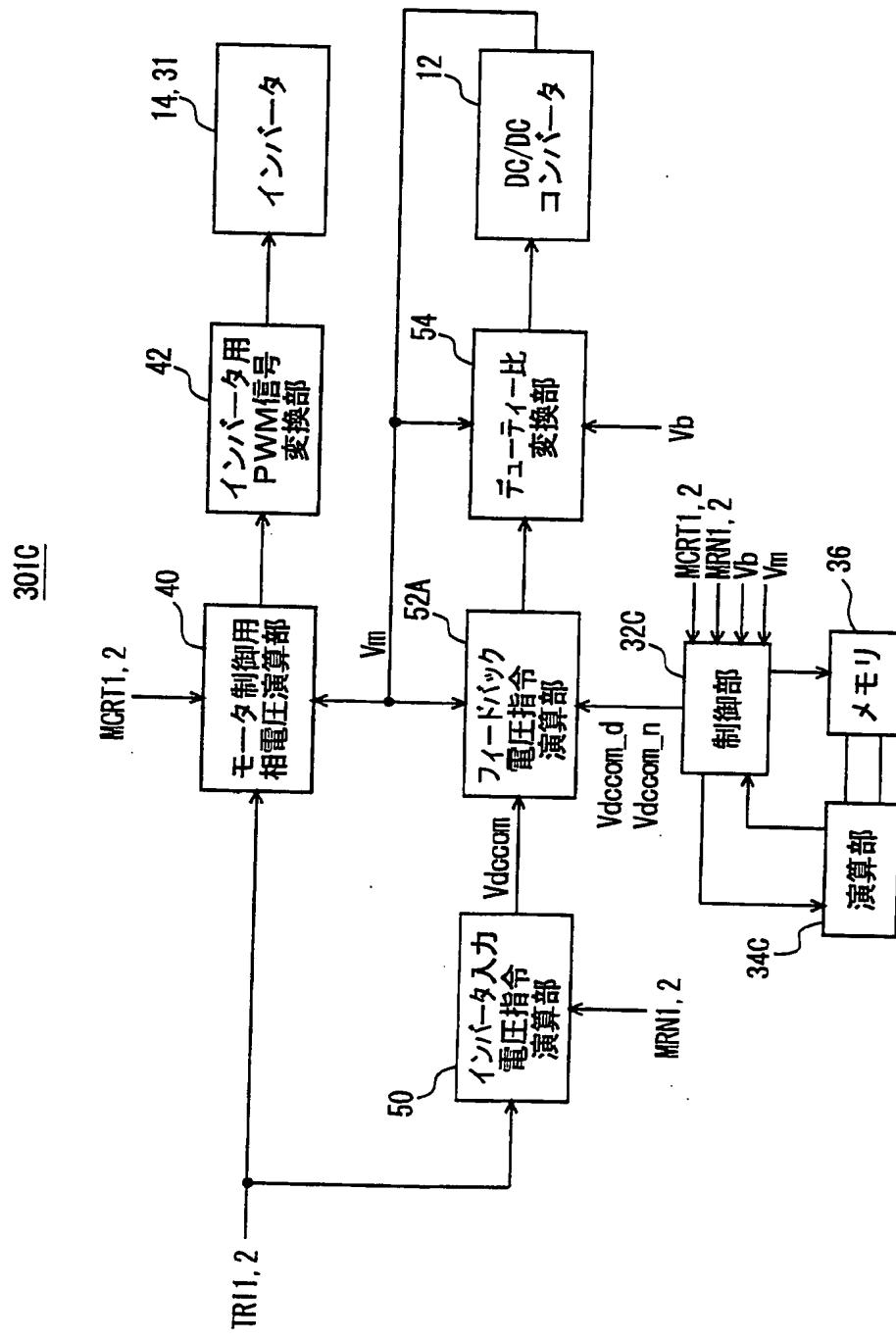


FIG. 17

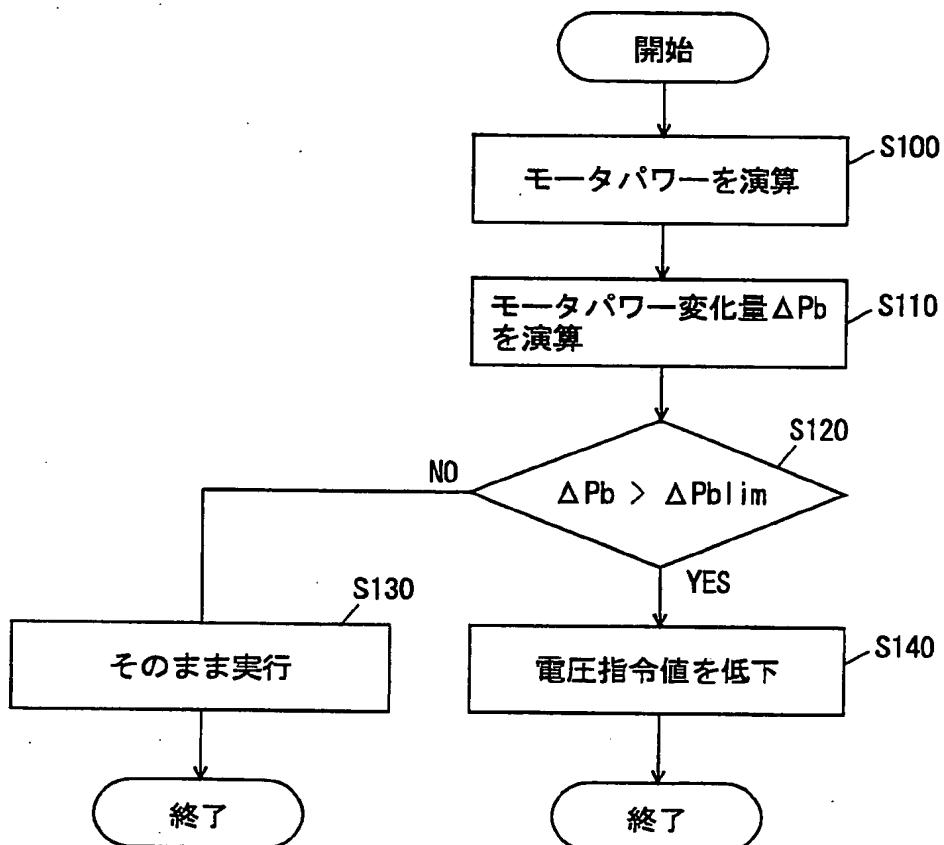


FIG. 18

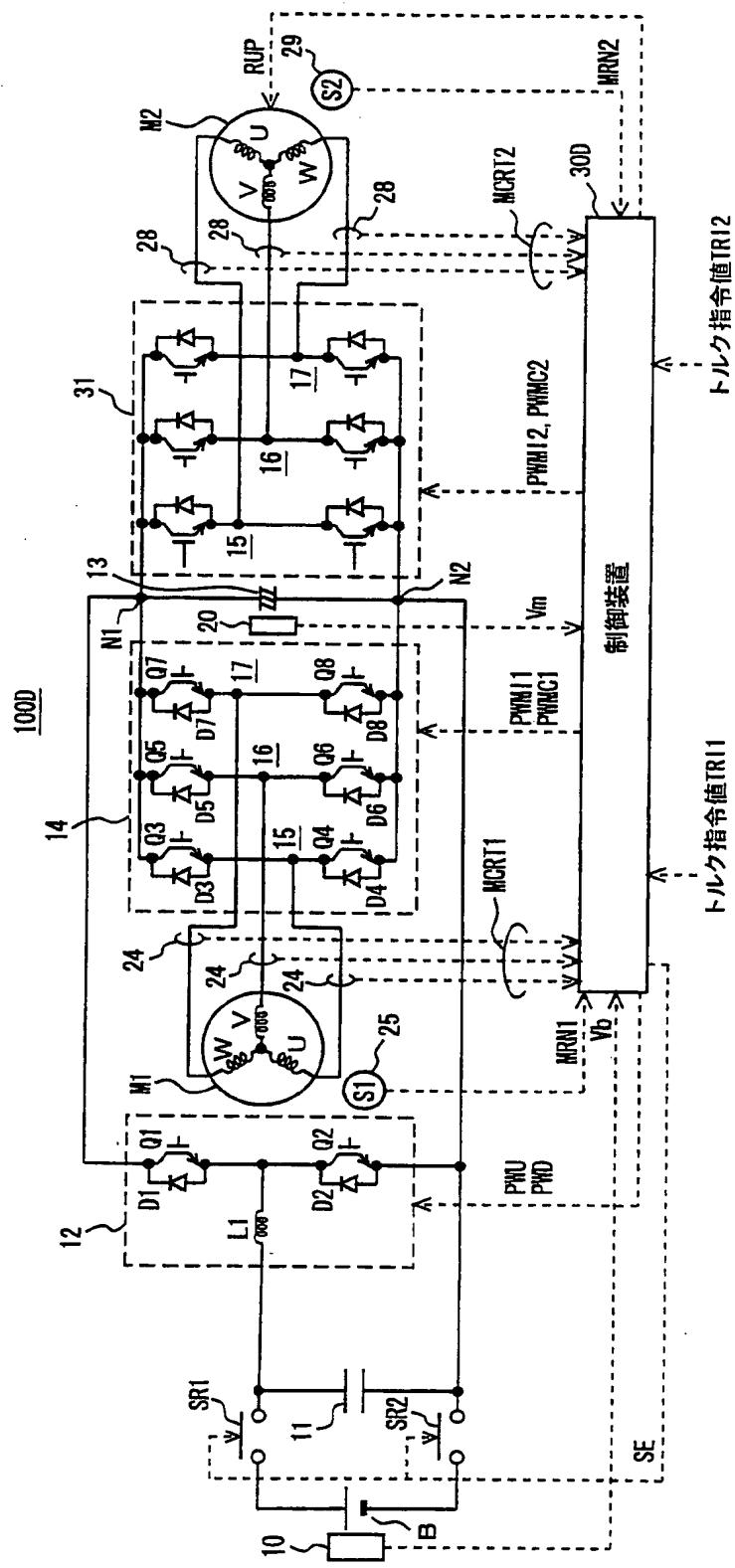


FIG. 19

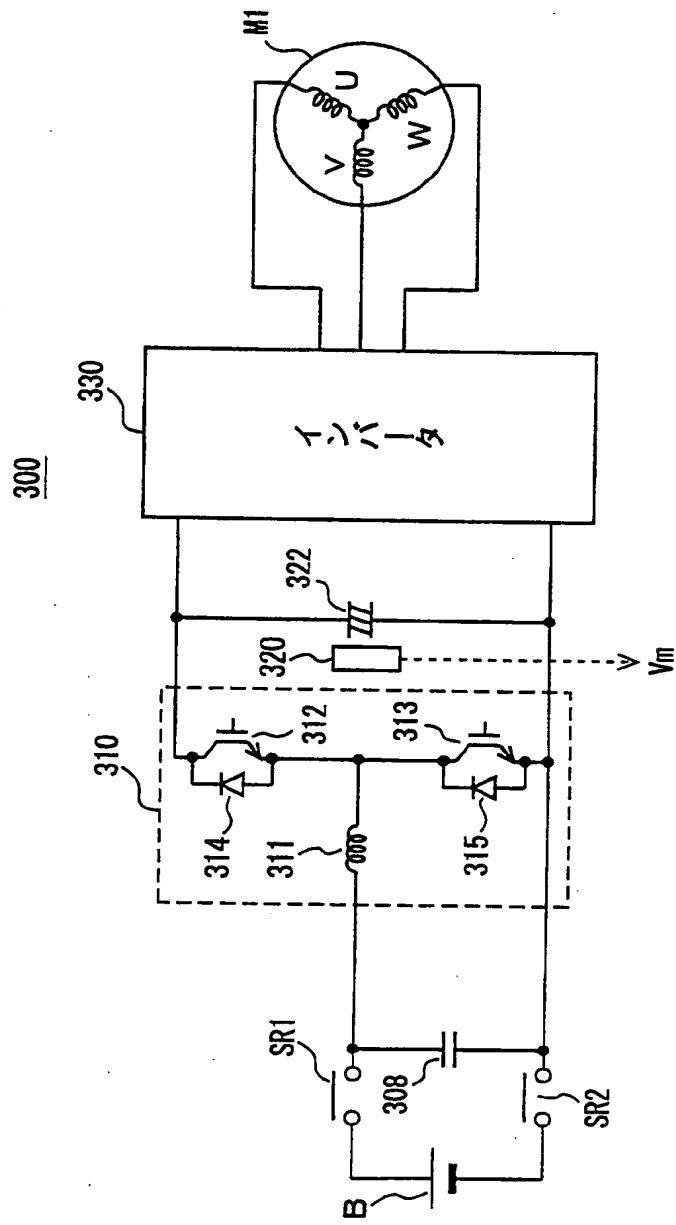


FIG. 20

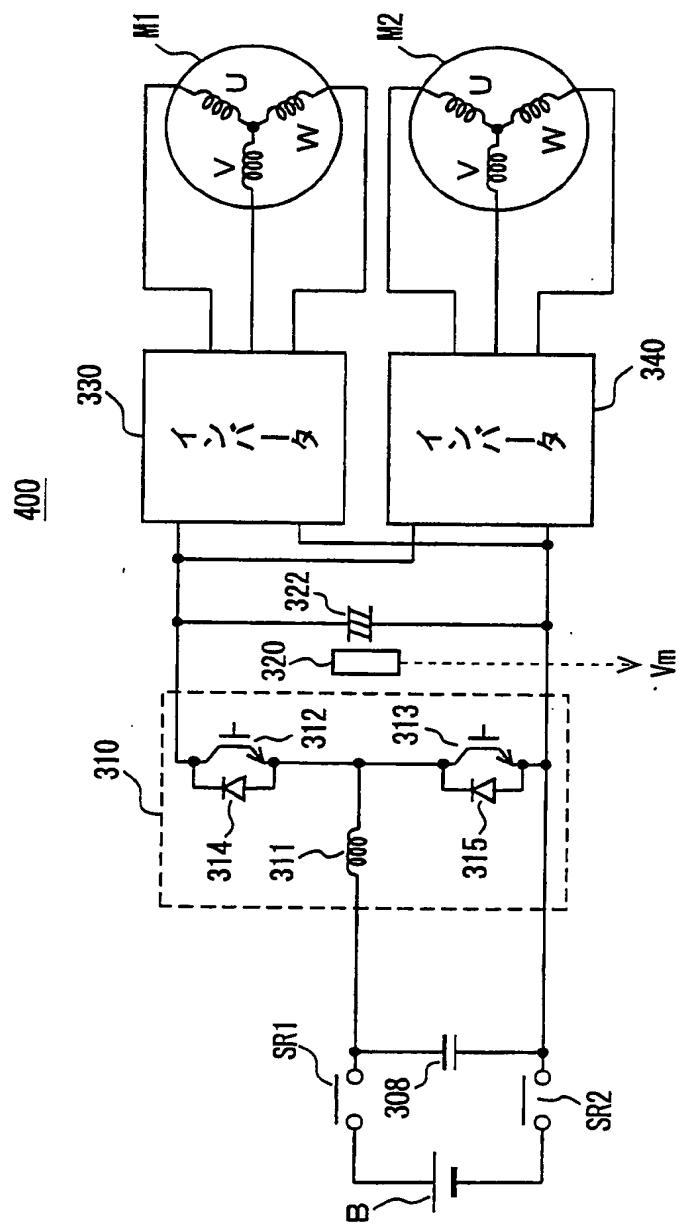


FIG. 21A

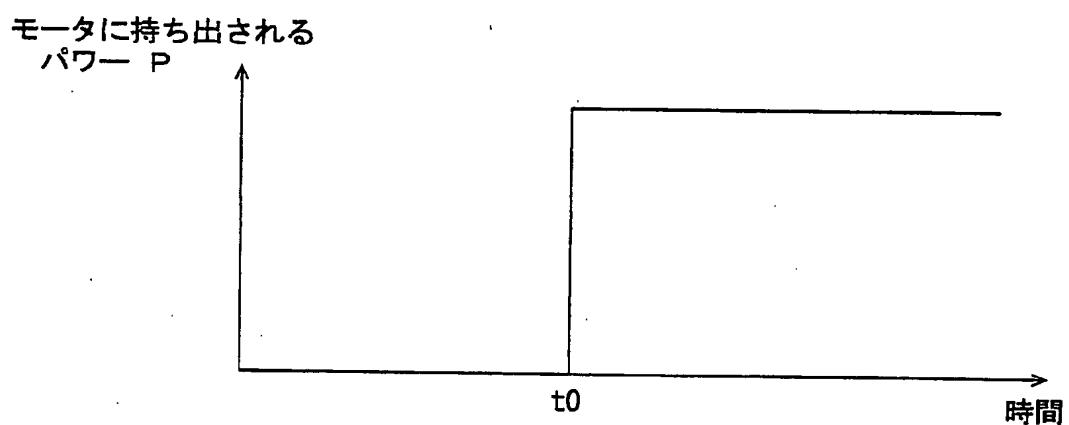
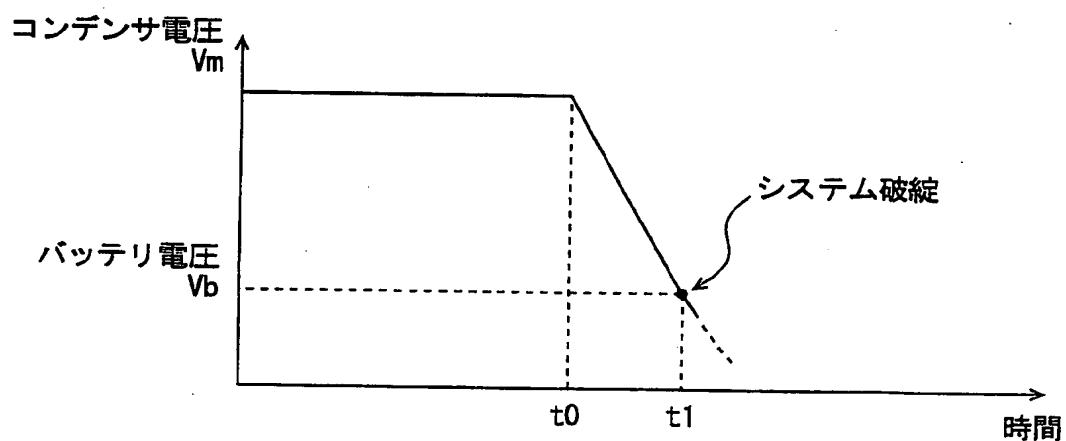


FIG. 21B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/10341

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H02P5/41

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H02P5/408-5/412, H02P7/628-7/632, H02P21/00, H02P6/00-6/24,
B60L1/00-3/12, B60L7/00-13/00, B60L15/00-15/42

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
WPI (DIALOG)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 8-214592 A (The Kansai Electric Power Co., Inc., Toshiba Corp.), 20 August, 1996 (20.08.96), (Family: none)	1-35
A	JP 11-089284 A (Yaskawa Electric Corp.), 30 March, 1999 (30.03.99), (Family: none)	1-35
A	JP 10-066385 A (Hitachi, Ltd.), 06 March, 1998 (06.03.98), (Family: none)	1-35
A	JP 8-033394 A (Mitsubishi Electric Corp.), 02 February, 1996 (02.02.96), (Family: none)	1-35

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
--	---

Date of the actual completion of the international search 05 December, 2002 (05.12.02)	Date of mailing of the international search report 24 December, 2002 (24.12.02)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
--	--------------------

Facsimile No.	Telephone No.
---------------	---------------

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO2/10341

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl' H02P 5/41

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl' H02P 5/408 - 5/412 Int. Cl' H02P 6/00 - 6/24 Int. Cl' B60L 15/00 - 15/42
 Int. Cl' H02P 7/628 - 7/632 Int. Cl' B60L 1/00 - 3/12
 Int. Cl' H02P 21/00 Int. Cl' B60L 7/00 - 13/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2002年
 日本国実用新案登録公報 1996-2002年
 日本国登録実用新案公報 1994-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI (DIALOG)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 8-214592 A (関西電力株式会社、株式会社東芝) 1996. 08. 20 (ファミリーなし)	1-35
A	JP 11-089284 A (株式会社安川電機) 1999. 0 3. 30 (ファミリーなし)	1-35
A	JP 10-066385 A (株式会社日立製作所) 1998. 03. 06 (ファミリーなし)	1-35

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示す
もの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日
以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行
日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する
文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって
出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論
の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明
の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以
上の文献との、当業者にとって自明である組合せに
よって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

05. 12. 02

国際調査報告の発送日

24.12.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目 4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
片岡弘之片岡弘之
印

3V 9521

電話番号 03-3581-1101 内線 3356

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 8-033394 A (三菱電機株式会社) 1996. 0 2. 02 (ファミリーなし)	1-35